

Beiträge zur Kenntniss der Gephyreen.

Von

Dr. J. W. Spengel,

Privatdocenten der Zoologie in Göttingen.

I.

Die Eibildung, die Entwicklung und das Männchen der *Bonellia*.

Mit Tafel VIII—XII.

Vorbemerkungen.

Untersuchungen über die Entwicklung der Geschlechtsstoffe von *Sipunculus* und *Phascolosoma*, welche ich im vorigen Jahre begonnen hatte, führten mich dazu, auch den einzigen in Neapel zugänglichen Vertreter der Gephyreenfamilie der Echiuriden, die *Bonellia viridis*, auf diesen Punkt zu untersuchen. Das einzige Exemplar, welches ich während mehrerer Monate erhalten konnte, reichte nur aus, mein Interesse für die hier vorliegenden, schon von LACAZE-DUTHIERS theilweise gesehenen Verhältnisse zu wecken, nicht, es zu befriedigen. Ich wandte mich daher mit der Bitte, mir einige lebende Bonellien zu schicken, an Herrn Dr. ED. GRAEFFE in Triest. Derselbe kam in freundlichster Weise meinem Wunsche nach, wofür ich ihn hier meinen Dank öffentlich entgegenzunehmen bitte. An dem trefflichen Materiale, zu dem im Laufe des vorigen Frühjahres auch noch etliche Exemplare der *Bonellia* aus den Neapler Gewässern hinzukamen, konnte ich die Vorgänge der Eibildung eingehend verfolgen. Gelegentlich sah ich mir auch zu meiner eigenen Orientirung die durch KOWALEVSKYS Entdeckung allbekannt und gewissermassen berühmt gewordenen parasitischen Zwergmännchen an, ohne zunächst daran zu denken, mich an der Beantwortung der hier noch schwebenden Fragen zu versuchen. Da mir indessen der Zufall ein schönes Material in die Hände spielte

so glaubte ich, dasselbe nicht unbenutzt lassen zu dürfen: einige meiner Triester Bonellien legten in den Zuchtaquarien Eier ab, welche sich entwickelten. Ich verfolgte diese Entwicklung, soweit das Material es mir gestattete, und erlaube mir im Folgenden die Resultate meiner Beobachtungen zu veröffentlichen, obwohl ich mir bewusst bin, dass dieselben noch an vielen Stellen lückenhaft und ungenügend sind und von späteren Beobachtern nicht nur viele Ergänzungen, sondern auch gewiss mannichfache Berichtigungen erfahren werden. Da ich jedoch wahrscheinlich in den nächsten Jahren keine Gelegenheit haben werde, diese Beobachtungen wieder aufzunehmen, so übergebe ich sie hiemit, trotz ihrer Unvollständigkeit, der Oeffentlichkeit in der Hoffnung, dass auf diesem bisher noch fast völlig unbekanntem Gebiete, der Ontogenie der Gephyreen, auch dieser bescheidene Versuch, das Dunkel aufzuhellen, nicht werthlos erachtet werden möge.

1. Die Eibildung.

Uebersicht über frühere Beobachtungen.

SCHMARDA, der erste Verfasser einer ausführlicheren Anatomie von *Bonellia*, beschreibt in seiner Schrift »Zur Naturgeschichte der Adria«¹⁾ die weiblichen Geschlechtsorgane als bestehend »aus einem grossen Eierstocke, der mit dem einen Ende angewachsen ist und damit nach aussen mündet, mit dem anderen knopfförmig angeschwollen frei in die Leibeshöhle ragt«. Derselbe stellt einen 8 bis 12 mm hinter der Mundöffnung ausmündenden Schlauch dar, welcher durch die Muskeln in seiner Wandung eingeschnürt werden kann. »Ein kleines auf der oberen Fläche des vorderen Theiles des Eierstockes sitzendes Organ« wird als männliches Sexualorgan angesprochen (S. 8). Die Eier sind nach SCHMARDA »nach aussen von einer durchsichtigen, ziemlich festen structurlosen Haut begrenzt: darauf folgt eine durchsichtige Schicht, wahrscheinlich von Flüssigkeit; nach dieser die Dotterhaut mit doppelter Contour, welche den Dotter einschliesst. Im Dotter ist ein feinkörniger, fast wolkenartiger Inhalt und grössere Bläschen deutlich sichtbar. Excentrisch in ihm befindet sich das Keimbläschen von $\frac{1}{60}$ mm Grösse und in diesem der Keimfleck, mit 4 bis 5 kleinen Körnern« (S. 11).

Sehr viel weiter als SCHMARDA ist LACAZE-DUTHIERS in die Er-

¹⁾ Aus den »Denkschriften der Wiener Akademie der Wissenschaften. Math. naturw. Classe, Bd. IV.« Wien, 1852 Mit 4 Tafeln.

kenntniss der weiblichen Geschlechtsorgane eingedrungen. In seinen trefflichen »Recherches sur la Bonellie«¹⁾ führt er den Nachweis, dass der eigentliche Eierstock SCHMARDA völlig entgangen ist. Derselbe besteht aus einem drüsigen Bande, das mittels einer kleinen Mesenterialfalte an der Scheide des Nervenstranges befestigt ist. Dies Band setzt sich aus zahlreichen kleinen Zellenballen zusammen, an deren Basis sich je ein Ei entwickelt. Diese Zellenballen, welche sich in eine das Ei umschliessende Membran fortsetzen, bleiben manchmal auch nach der Ablösung der Eier aus dem Ovarium in Zusammenhang. Der Eidotter besteht aus grossen, durchsichtigen, namentlich an der Peripherie zahlreichen Oelkügeln, zwischen denen »on aperçoit, comme formant un parenchyme à éléments peu distincts, des apparences de cellules pâles et peu marquées, empilées les unes sur les autres et légèrement polyédriques« (p. 79). Im Innern des Eies findet sich in der Umgebung des Keimbläschens eine gelbliche, von farbigen Körnchen herrührende Zone. Der Dotter ist von einer Dotterhaut umgeben. Die reifen Eier fallen unter Zerreissung der Kapsel des Ovariums in die Leibeshöhle und werden von dort durch den von SCHMARDA als Hode gedeuteten Anhang des SCHMARDA'schen Ovariums, des eigentlichen Uterus, aufgenommen. Dieser Uterus ist ein langer, mit dicker, muskulöser Wandung versehener Blindsack, welcher nahe an seinem vorderen Ende einen wimpernden Trichter besitzt, der die Verbindung mit der Leibeshöhle herstellt. Seine äussere Mündung verhält sich SCHMARDAS Beschreibung entsprechend.

Nach LACAZE-DUTHIERS' Publication sind fast 20 Jahre vergangen, ohne dass das Ovarium der *Bonellia* wieder zum Gegenstand einer Untersuchung gewählt worden wäre. Erst in neuester Zeit hat VEJDOVSKÝ eine Abhandlung »über die Eibildung und die Männchen von *Bonellia viridis*«²⁾ veröffentlicht, in welcher zum ersten Male der Gegenstand mit den Hilfsmitteln der modernen histologischen Technik bearbeitet ist. Der Verfasser hat die Eier in ihrer Entstehung bis zu Häufchen gleichwerthiger Zellen zurückverfolgt, in denen eine centrale Zelle bald die übrigen an Grösse übertrifft und zum Ei wird. Diese Eizelle wächst »in der Richtung gegen die Mesenterialfalte und wird von den übrigen kleineren Zellen gänzlich umgeben. Die grössere Partie der letztgenannten ragt als eine grosse Zellengruppe nach aussen in die Leibeshöhle, wohingegen nur eine Zellschicht zwischen der

1) Annales des Sciences Naturelles (Zoologie), Sér. IV. T. X. 1858. p. 49 ff. Mit 4 Tafeln.

2) Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. XXX. S. 487—500. Mit 1 Tafel.

Mesenterialfalte und dem Ei liegt. Es ist ersichtlich, dass hier eine Follikelbildung vor sich geht. Die die Eikappe zusammensetzenden Zellen zeigen eine kegelförmige Form und stossen mit ihren Spitzen im Centrum in radiärer Anordnung zusammen. Die Zellenkappe bildet in ihrem Innern eine Höhle. Aus dieser Höhle hat die Eizelle ihren Ursprung genommen«. Die als »Eikappe« bezeichneten Zellen dienen nach VEJDOVSKÝ's Annahme zur Ernährung der Eizelle und werden dem entsprechend mit der Grössenzunahme der letzteren immer kleiner. »Bei dem raschen Wachstum des Eies platzt nun die das ganze Gebilde umgebende Mesenterialmembran und das Ei fällt sammt dem Follikel und der Eikappe in die Leibeshöhle, wo es die weitere Entwicklung durchmacht.« Diese besteht darin, dass nach allmählicher Abplattung der Follikelzellen die Kerne und Zellgrenzen dieser gänzlich verschwinden, als Nachkömmling der Follikelzellen eine vollständig homogene Membran erscheint und auch die Eikappe verschwindet. Das ausgebildete Ei besitzt dann zwei Hüllen, eine dem Einhalt dicht anliegende Dottermembran und ein aus den Follikelzellen entstandenes resistentes, homogenes Exochorion. Die Beschreibung des die reifen Eier aufnehmenden Uterus entspricht ganz den Angaben von LACAZE-DUTHIERS.

GREEFF¹⁾ endlich theilt nur mit, dass er den Uterus sowie das Ovarium der Schilderung von LACAZE-DUTHIERS entsprechend gefunden hat.

Eigene Beobachtungen.

Das durch LACAZE-DUTHIERS entdeckte Ovarium der *Bonellia* besteht aus einem je nach dem Entwicklungsgrade der darin enthaltenen Eier sowie nach dem Contractionszustande des Thieres mehr gestreckt oder geschlängelt an der Bauchseite zwischen dem Nervenstrange und den Darmwindungen verlaufenden Bande. Die Grundlage des Organs bildet das ventrale Blutgefäss (Taf. VIII, Fig 1 v), welches das Bauchmark von seiner Gabelung an der Basis des sogenannten Rüssels bis an das Afterende begleitet und sich hier auf das Rectum überschlägt. Es ist mittels eines schmalen Mesenteriums (*ms*) an der dorsalen Mittellinie des Bauchmarkes (*n*) befestigt. Das Ovarium erstreckt sich jedoch, wie bereits LACAZE-DUTHIERS und seine Nachfolger richtig angegeben haben, nicht durch die ganze Länge des Körpers, sondern nimmt nur etwa die

1) »Ueber den Bau und die Entwicklung der Echiuren. Sitzungsber. d. Ges. z. Beförd. d. ges. Naturw. zu Marburg, 1877, No. 4; abgedruckt im Arch. f. Naturgesch. Jahrg. 43. 1877. S. 343—352.

hinteren zwei Drittel desselben ein. Das vordere Drittel des Bauchgefässes zeigt uns die gewöhnliche Structur der Gefässwandung. Diese besteht aus einem die äusserste Hülle bildenden Peritonealüberzuge, auf welche eine mit Muskelfasern verschiedener Richtung ausgestattete Membran folgt. Den Hohlraum des Gefässes *v* durchsetzen Fasern, welche zu einem ziemlich dichten Netzwerke verflochten erscheinen, durch dessen Maschen die Blutflüssigkeit mit ihren Zellen eireulirt. Der für die Bildung des Eierstockes wesentliche Bestandtheil dieser Gefässwandung ist der Peritonealüberzug. Im freien, nicht dem Ovarium angehörenden Theile des Gefässes ist derselbe aus platten Zellen mit kleinen länglichen Kernen zusammengesetzt, zwischen denen sich keine Grenzen erkennen lassen. Etwa am Anfange des mittleren Drittels des Gefässes, gleich hinter der Abgangsstelle des Darmgefässes, beginnt jedoch eine wesentliche Veränderung der Structur. Zwischen den auch hier vorhandenen kleinen platten Kernen treten deutlich begrenzte Zellen auf, welche sich durch ihre bedeutenden Dimensionen, namentlich die Grösse ihres mehr oder minder kugligen Kernes auszeichnen. Der Zellkörper misst im Mittel 0,015 mm, der Kern 0,010 mm (Taf. VIII, Fig. 2 *a*). Dies sind die jüngsten Keimzellen, oder, genauer gesagt, Zellen, deren Abkömmlinge das Ei liefern, mithin »Ureier«¹⁾. Am Rande jedes Ureies sieht man einige von den platten, kleinkernigen Zellen so angeordnet, dass sie eine Hülle um das Erstere bilden. Neben diesen Ureiern findet sich stets eine grössere oder geringere Anzahl von gestielten Zellenhäufchen. Es dürften dieselben sein, welche VEJDOVSKÝ als am Vorderende des Ovariums liegend und den Ausgangspunkt der Eibildung darstellend beschrieben hat. Bei sorgfältiger Untersuchung erweist sich indessen VEJDOVSKÝ'S Schilderung als nicht ganz correct. Nach seiner Angabe sind diese Zellenhäufchen »aus gleichwerthigen Elementen zusammengesetzt. Die Zellen bestehen aus einem homogenen Protoplasma, in dem die Kerne mit ihren Kernkörperchen liegen«. Ich finde die Häufchen (Taf. VIII, Fig. 2) aus zwei Zellarten zusammengesetzt, nämlich aus 0,012—0,015 mm grossen, mit Kernen von 0,008—0,010 mm versehenen inneren Zellen, welche von einer Schicht platter Zellen, deren Kerne bei Tinction deutlich her-

1) Als »Ureier« sollte man, scheint mir, nicht junge Eier bezeichnen, sondern Vorläufer dieser, welche erst nach weiterer Vermehrung die Eier liefern. Diese Definition dürfte sich in der That für die bisher als »Ureier« bezeichneten Zellen des Keimepithels der Wirbelthiere als zutreffend erweisen (cf. F. M. BALFOUR, »On the structure and development of the Vertebrate ovary«. — Quart. Journ. Microsc. Sc. vol. XVIII. p. 354—438).

vortreten, bedeckt sind. Die inneren Zellen sind ohne Zweifel durch Vermehrung der Ureier entstanden — man findet ihrer manchmal nur zwei, drei oder vier in einem Häufchen —, die Deckzellen aus den platten Deckzellen des Ureies. Nach VEJDOVSKÝ liegen diese jüngsten Stadien im vordersten Ende des Ovariums; ob er dieselben auf diesen Ort beschränkt glaubt, ist aus seiner Darstellung nicht ganz klar zu ersehen; doch hat es den Anschein, zumal da er sagt: »je weiter nach hinten, desto entwickelter sind die Eier« (S. 488). Diese Darstellung ist jedoch jedenfalls nicht zutreffend. Vielmehr ist ein ebenso geeigneter Ort zur Untersuchung der jüngsten Entwicklungsstadien der Eier das Hinterende des Ovariums. Aber auch in der gesamten übrigen Ausdehnung des Eierstockes finden sie sich stets, meist in erheblicher Anzahl, und zwar an der Wurzel des Ovariums, wie aus dem Querschnitt (Taf. VIII, Fig. 1) ersichtlich ist; nur sind sie hier bei Betrachtung des Organs von der Oberfläche durch die weiter ausgebildeten Eier verdeckt.

Die Vermehrung beider Zellenarten schreitet zunächst ziemlich gleichmässig fort. Während jedoch die Deckzellen sämtlich gleichförmig bleiben, tritt unter den inneren Zellen bald eine Differenzirung ein. Die ersten Anfänge derselben sind sehr schwer zu beobachten, da diese Differenzirung anfangs noch keine morphologische, sondern nur durch die Lagerung angedeutet ist. Bei günstigen Präparaten gelang es mir, in Häufchen, die aus etwa 16 Zellen bestanden, eine Zelle im Mittelpunkt, die übrigen im Umkreise dieser Centralzelle angeordnet, zu finden. Ich hatte meine Aufmerksamkeit besonders auf diesen Punkt gelenkt, weil in den sogleich zu beschreibenden etwas älteren Stadien LACAZE-DUTHIERS und VEJDOVSKÝ einen Hohlraum im Innern des Zellenhäufchens beschrieben haben, welchem Hohlraum nach VEJDOVSKÝ die Eizelle entspringen soll (»aus dieser Höhle hat die Eizelle ihren Ursprung genommen« a. a. O. S. 488). Untersucht man etwas grössere Zellenhaufen, etwa einen, wie er in Fig. 4 dargestellt ist, so gelingt es schon weit leichter, sich von dem oben geschilderten Sachverhalte zu überzeugen: unter der Deckzellenschicht liegt eine ganz geschlossene Schicht gleichartiger Zellen, welche eine »Centralzelle« umgiebt. Die Letztere ist etwas grösser geworden als die Uebrigen, namentlich durch Vergrösserung ihres Zelleibes, während der Kern sich kaum von denen der peripherischen Zellen unterscheidet, ein Umstand, der bereits die Verwandlung der Centralzelle in das spätere Ei nicht eben wahrscheinlich erscheinen lässt. In der That folgt auf dieses Stadium ein anderes, welches sich durch eine sehr merkliche, sich auch auf die Kerne er-

streckende Vergrösserung einiger Zellen der peripherischen Schicht auszeichnet. Diese vergrösserten Zellen liegen stets an dem proximalen, d. h. dem Blutgefässe des Ovariums zugekehrten Ende des Zellenhaufens.

Unter den bei der Zerzupfung eines gehärteten und gefärbten Ovariums zum Vorschein kommenden jüngeren Zellenhaufen findet sich stets eine Anzahl, deren proximale Zellen grösser als die übrigen sind. Neben solchen, bei denen diese vergrösserten Zellen unter sich ziemlich gleich sind, trifft man andere, bei denen wiederum unter den vergrösserten Zellen eine durch besondere Grösse des Zelleibes sowohl wie namentlich des Kernes hervorrägt. Diese grösste Zelle (Taf. VIII, Fig. 6 u. 7e) ist die zukünftige Eizelle. Weniger häufig sind solche Zellenballen, in denen überhaupt nur eine Peripheriezelle die übrigen an Grösse übertrifft (Taf. VIII, Fig. 8). Auch diese wird zum Ei. Da man jedoch sehr viel öfter eine Anzahl der proximalen Zellen vergrössert findet, ferner auch in den meisten Fällen neben einer schon deutlich als Eizelle erkennbaren Zelle mehrere etwas vergrösserte Zellen trifft, so nehme ich an, dass der normale Vorgang der Entwicklung der Eizelle aus der um eine centrale Zelle angeordneten Schicht von peripherischen Zellen so verläuft, dass eine oder in der Regel mehrere von den proximalen Zellen der peripherischen Schicht gleichmässig zu Eiern heranzuwachsen beginnen; mit sehr seltenen Ausnahmen erreicht jedoch nur eine von diesen das Ziel, während die übrigen wieder zu ihrer früheren Grösse und Bedeutung zurücksinken. Mit der Zahl der Zellen, die sich zur Eibildung anschicken, dürfte übrigens eine sonst unwesentliche Verschiedenheit im Bau der älteren Zellenhaufen zusammenhängen, den ich nicht unerwähnt lassen will, weil er vielleicht Anlass dazu gegeben hat, dass VEJDOVSKÝ die Eizelle hat aus dem Centrum des Zellenhaufens entstehen lassen. Die Eizelle tritt nämlich manchmal mit der Centralzelle in Berührung, in anderen Fällen dagegen erscheint sie durch eine Schicht der peripherischen Zellen davon getrennt. Ich erkläre mir diese Verschiedenheit so, dass die Berührung dann stattfindet, wenn nur eine Zelle sich zur Eibildung anschickt, der Abschluss dagegen dann erfolgt, wenn erst später unter einer Anzahl von vergrösserten Zellen eine zum Ei heranwächst, nachdem sie von ihren Concurrenten bei Seite gedrängt ist. Verfolgt man die Entstehung des Eies nicht in allen Stadien, so kann man leicht zu der Annahme gelangen, die Eizelle habe ursprünglich in dem Centralraume gelegen, den sie später noch berührt, eine Annahme, die allerdings auch noch voraussetzt, dass der Beobachter, wie es VEJDOVSKÝ gethan hat, die in jenem Centralraume gelegene Zelle übersieht.

In allen bisher geschilderten Stadien bildete die Eizelle einen integrierenden Theil eines Zellenhaufens. Von nun ab beginnt sie das Hauptelement desselben zu werden, dessen übrige Theile immer mehr an Umfang gegen sie zurücktreten, so dass eine die Genese nicht berücksichtigende Schilderung von der Zusammensetzung des Eies das Verhalten der Eizelle zu den umgebenden Theilen etwa folgendermassen würde darzustellen haben. Auf der mit einem grossen bläschenförmigen Kerne und einem feinkörnigen Dotter versehenen Eizelle sitzt am distalen Ende ein Zellenknopf, der aus einer centralen und einer Schicht von peripherischen Zellen besteht.

Wie haben sich nun während dieser Veränderungen die Deckzellen verhalten? Wir verliessen sie als eine platte Schicht, welche den gesammten Zellenhaufen überkleidete und sich am proximalen Ende zu einem schmalen Stiele zusammenzog, welche den Zusammenhang des Eies mit seiner Grundlage, dem Peritonealüberzuge des Bauchgefässes, herstellte. Wesentlich das gleiche Verhältniss besteht noch; nur haben sich die Deckzellen erheblich vermehrt. Sie bedecken jetzt als ein continuirlicher Ueberzug sowohl den distalen Zellenknopf als auch das aus demselben hervorgewachsene proximale Ei. Der Stiel, den sie darstellen, hat sich noch mehr in die Länge gezogen. Nach der obigen Schilderung bedarf es vielleicht keiner weiteren Erörterungen über das Verhältniss dieses »Follikels« zur Eizelle und dem Zellenknopf. Doch nöthigen mich VEJDOVSKÝ'S abweichende Angaben zu einigen Bemerkungen. VEJDOVSKÝ hat denjenigen Theil dieses Follikels, welcher den Zellenknopf (»Eikappe« VEJDOVSKÝ) bedeckt, völlig übersehen, und konnte so dazu kommen, die peripherischen Zellen des Letzteren als eine Fortsetzung des Follikels, als den distalen Theil desselben aufzufassen. Doch ist die Ausdehnung des Follikels über den Zellenknopf hin in allen Entwicklungsstadien an gefärbten Präparaten so deutlich, dass es nicht der Berufung auf die Genese zum Beweise für die Existenz desselben bedarf; ebensowenig ist der Zusammenhang dieser beiden Theile des Follikels zu verkennen. VEJDOVSKÝ scheint aber ferner auch nicht gesehen zu haben, dass der Stiel des Eies eine Fortsetzung des Follikels bildet und im Grunde nichts ist als das halsförmig eingeschnürte Ende des Follikelsackes. Die Beschreibung des Verfassers ist in diesem Punkte nicht ganz klar. Er scheint sich das gesammte Ovarium von einer (homogenen?) »Mesenterialmembran« bedeckt zu denken, welche auch den Stiel bildet und über das ganze Ei hinweg zieht. Dem entsprechend zeichnet er das Ei auch am proximalen Ende, wo sich der Stiel ansetzt, vom Follikel eng umschlossen. Wenig Ge-

wicht will ich darauf legen, dass VEJDOVSKÝ in allen späteren Stadien die Follikelzellen in viel zu geringer Zahl zeichnet; doch dürfte auch diese Abweichung vielleicht nicht ganz ohne Bedeutung für die Beleuchtung eines weiteren Differenzpunktes sein. VEJDOVSKÝ giebt nicht nur die Dimensionen der Follikelzellen genau an, sondern er zeichnet in seinen Abbildungen ihre Grenzen mit äusserster Schärfe. Mir hingegen ist es nie gelungen, irgend etwas anderes zu sehen als die länglichen Kerne der Follikelzellen, welche in einer sonst homogen erscheinenden Membran lagen. Trotz Anwendung aller zur Darstellung von Zellgrenzen gebräuchlichen Reagentien habe ich niemals eine solche mit Bestimmtheit erkennen können. Nichtsdestoweniger nehme ich Anstand, die Existenz dieser Grenzen bestimmt zu leugnen. Die Entscheidung darüber scheint mir um so weniger von Wichtigkeit, als die zellige Zusammensetzung dieses Follikels auch ohnedies nicht bezweifelt werden kann. Ich komme darauf später noch zurück.

Die peripherischen Zellen des Knopfes nehmen jetzt allmählich ihre definitive Gestalt an, welche übrigens wiederum nach dem Schicksal der Centralzelle verschieden ist. Entweder strecken sie sich in radiärer Richtung erheblich, wobei ihr grosser kugliger Kern mit seinem glänzenden Kernkörperchen meistens in die Nähe der Peripherie rückt, oder sie nehmen auch an Breite zu und bleiben dabei niedriger (vergl. Taf. VIII, Fig. 9 und 10). Nicht immer wird die Anordnung in einer Schicht innegehalten, sondern häufig rücken einzelne Zellen aus der Reihe ihrer Genossen heraus. Die gelegentliche Unterbrechung des Zusammenhanges der Schicht an der proximalen, der Eizelle anliegenden Seite wurde bereits oben erwähnt.

Die Centralzelle des Knopfes erfährt in den meisten Fällen sehr früh Umwandlungen. Ich glaube dieselben als Degeneration auffassen zu müssen. Wenigstens gelingt es nur in verhältnissmässig wenigen Fällen, eine intacte Zelle im Centrum des Knopfes aufzufinden, sobald dieser einmal den Charakter eines Anhangs des Eies angenommen hat. Meistens findet man den centralen Raum von einer wie geronnen erscheinenden Masse ausgefüllt, in der häufig eines oder mehrere stark lichtbrechende Körperchen und Körnchenhaufen, vielleicht Reste des Kernkörperchens der ursprünglichen Centralzelle, zu erkennen sind. Auch Reste des Kernes scheinen in Form eigenartiger, nicht scharf begrenzter Gerinnsel sich zu erhalten (Taf. VIII, Fig. 10). In anderen Fällen ist die Centralzelle in einer über jedem Zweifel erhabenen Deutlichkeit unversehrt vorhanden, wie bei dem in Fig. 9 dargestellten Eie, wo sich im Innern des Nucleus der Centralzelle ein etwas gewundener

Nucleolus sowie verschiedene Körnchen fanden. Degenerirt die Centralzelle, so schwillt sie dabei häufig erheblich an, und dies hat die oben erwähnte Verbreiterung der peripherischen Zellen zur Folge (Fig. 10).

In der Eizelle, welche bei ihrem ersten Auftreten und auch noch später aus einem ganz klaren Protoplasma bestand, tritt Deutoplasma zuerst nur in Gestalt kleiner heller Körnchen auf; bald aber treten in der Peripherie auch Oeltropfen hinzu. Ueber die Einzelheiten dieser Bildung habe ich keine Beobachtungen anstellen können, da ich nicht über eine genügende Menge frischen Materiales verfügte.

Während des Wachsthums der Eier werden die grössten unter diesen von den nachwachsenden immer weiter nach aussen gedrängt, und dabei wird die stielartige Verbindung des Follikels mit dem Ovarium immer mehr in die Länge gedehnt. Der ursprünglich vorhandene Hohlraum dieses Stieles, der ja nichts ist als der eingeschnürte Basaltheil des sackförmigen Follikels, verschwindet dabei an der Wurzel vollständig, so dass schliesslich das Ei an einem äusserst feinen Haare hängt, an dem hier und da ein Kern sitzt. Endlich reisst dieser Stiel ab und das Ei fällt in die Leibeshöhle.

Auch diesen Vorgang hat VEJDOVSKÝ anders dargestellt. Er lässt, wie wir sahen, den Follikel von Anfang an dem Ei eng anliegen und nicht die äusserste Hülle des Eies bilden, sondern noch von einer »Mesenterialmembran« bedeckt sein. Diese »Mesenterialmembran« scheint er sich, nach den Abbildungen zu urtheilen, als structurlos zu denken; im Text wird darüber nichts ausgesagt. Die Loslösung des Eies aus dem Eierstock soll nun dadurch vor sich gehen, dass »bei dem raschen Wachstum des Eies die das ganze Gebilde umgebende Mesenterialmembran platzt und das Ei sammt dem Follikel und der Eikappe in die Leibeshöhle fällt«. Die Irrigkeit dieser Angaben ergibt sich nicht nur aus meiner obigen Schilderung vom Baue des Eies und dem Zusammenhang seiner Theile, sondern auch durch directe Beobachtung bei sorgfältiger Durchmusterung der in der Leibeshöhle frei umher schwimmenden Eier; unter diesen finden sich nämlich nicht selten solche, die noch mit einem mehr oder minder langen Stiele ausgestattet sind.

Die nächste Veränderung besteht nun in der Resorption des Stieles, die indessen vielleicht eine nur scheinbare ist, und sich durch die infolge des Wachsthums des Eies stattfindende Ausspannung desselben über das Ei erklären mag. Bei der grossen Mehrzahl der aus der

Leibeshöhle entnommenen Eier findet man jedenfalls den Follikel dem Ei eng anliegend.

Statt die weiteren Veränderungen, die das Ei während seines Aufenthaltes in der Leibeshöhle erfährt, im Einzelnen zu verfolgen, genügt es, das letzte Stadium derselben zu betrachten. In diesem besteht das Ei aus einer Eizelle von etwa 0,45 mm Durchmesser, dem ihr noch beständig aufsitzenden Zellenknopf und den Beide umschliessenden Hüllen. Die Eizelle enthält ein in der Regel excentrisch gelegenes Keimbläschen von 0,13 mm, mit einem gleichfalls excentrisch gelegenen Keimfleck von 0,03 mm, in dem man endlich meistens noch einen Nucleolus erkennen kann (Taf. VIII, Fig. 13). Im Keimbläschen fand ich das aus neueren Beobachtungen bekannte zarte Netz, dessen Details ich jedoch nicht untersucht habe. Im Dotter unterscheidet man zwei schon von LACAZE-DUTHIERS beschriebene Schichten, eine centrale gelbliche und eine peripherische blasse. Ob die Färbung der centralen Schicht durch Pigment verursacht ist, wie LACAZE-DUTHIERS angiebt, oder nur auf einer dichteren Anordnung der Deutoplasmakörnchen und der Spärlichkeit der hellen Bläschen, welche sich in der peripherischen Schicht finden, beruht, vermag ich nicht mit Bestimmtheit zu entscheiden: doch neige ich der letzteren Ansicht zu. Eine scharfe Grenze zwischen den beiden Schichten existirt nicht. Die peripherische Schicht zeichnet sich aus durch den Besitz zahlreicher, ungemein zart contourirter Bläschen¹⁾, welche zwischen den Deutoplasmakörnchen zerstreut liegen, sowie stark lichtbrechender Oel- oder Fetttropfen, welche jedoch wiederum auf den peripherischen Theil dieser Schicht beschränkt sind. Die äussere Begrenzung der Eizelle bildet eine feine Randschicht, welche frei von Bläschen und Oeltropfen ist; als eine besondere Membran vermag ich sie jedoch nirgends zu unterscheiden. Dagegen findet sich eine solche deutlich als innerste Hülle des Eies. Dieselbe ist eine äusserst feine, selbst bei starken Vergrösserungen vollkommen homogen erscheinende Haut, welche ich als Dotterhaut bezeichnen will, da sie ihren Ursprung von der Eizelle nimmt: ich finde bei jüngeren Eiern, an denen sich der Follikel etwas abgehoben hat, die Eizelle von einer eng anliegenden Membran umgeben; erst später hebt sich dieselbe gelegentlich von der Eizelle ab. Noch schlagender aber wird dieser Ursprung dadurch be-

1) Diese Bläschen dürften es sein, welche LACAZE-DUTHIERS zu seiner Angabe von im Dotter des reifen Eies auftretenden Zellen Veranlassung gegeben haben.

wiesen, dass die Dotterhaut an der Stelle, wo der Follikel die Eizelle verlässt und sich auf den Zellenknopf überschlägt, nicht dem Follikel folgt, sondern unter dem Zellenknopf hindurchzieht und somit diesen von der Eizelle trennt. Der Zellenknopf ist im Wesentlichen unverändert so geblieben, wie wir ihn oben verlassen hatten. Sehr selten findet man die Centralzelle nicht degenerirt. Im Gegensatz zu VEJDOVSKÝ, der ein völliges Schwinden des Zellenknopfes beobachtet haben will, finde ich denselben bis zum letzten Augenblicke fortbestehend und vielleicht sogar noch fortwachsend. Ueber die letztere Thatsache lässt sich schwer volle Klarheit gewinnen, da die Grösse des Zellenknopfes zu sehr von der Beschaffenheit der — wie wir oben sahen, bei der Degeneration manchmal stark quellenden — Centralzelle abhängt. Trotzdem scheint mir aus den Messungen, die ich vorgenommen habe, hervorzugehen, dass der Zellenknopf sich noch erhebliche Zeit nach der Lösung des Eies vom Eierstocke vergrössert.

Durchmesser der Eizelle	des Zellenknopfes ¹⁾ (in Theilstriichen des Ocularmikrometers).
I. Eierstockseier:	
15	10 ¹ / ₂
15	11
17	12
17	12 ¹ / ₂
II. Eier aus der Leibesflüssigkeit:	
25	13
30	12 ¹ / ₂
30	13 ¹ / ₂
35	14
35	14 ¹ / ₂
42	13
48	12
51	13 ¹ / ₂
52	13 ¹ / ₂

Zustände des Zellenknopfes, wie sie VEJDOVSKÝ in seinen Fig. 6 und 7 abbildet, sind mir nie zu Gesicht gekommen, obwohl ich eifrig danach gesucht habe. Wir werden auf diesen Punkt weiter unten, bei der Frage nach der physiologischen Bedeutung des Zellenknopfes, zurückkommen müssen.

1) Als Durchmesser des Zellenknopfes ist das Mittel aus der Breite und der Höhe desselben angenommen.

Eizelle wie Zellenknopf sind vom Follikel überzogen, den ich nur insofern von seinem früheren Zustande verschieden finde, als die Zahl der Kerne sich ausserordentlich vermehrt hat. Dieselbe ist erheblich grösser als in VEJDOVSKÝ'S Abbildung: die auch in diesem Stadium angeblich noch erkennbaren Zellgrenzen vermochte ich auch jetzt nicht zu sehen. Dagegen haben sich die Kerne, von denen VEJDOVSKÝ nur »schwache Spuren« fand, unverändert erhalten.

Das so beschaffene Ei kann in gewissem Sinne als ausgebildet, wenn auch noch nicht als reif bezeichnet werden, falls mit dem letztern Ausdruck der für die Befruchtung geeignete Zustand gemeint ist. Vorher muss es noch einige Veränderungen durchmachen, die man jedoch im Gegensatz zu den bisherigen activen als passive bezeichnen kann. Nach VEJDOVSKÝ findet im Gebiete der Eihüllen eine Rückbildung statt: dieselbe soll die von VEJDOVSKÝ bekanntlich als Theil des Follikels betrachtete »Eikappe« (den Zellenknopf) und die Kerne des Follikels betreffen. Beide sollen schwinden und »nun erscheint das reife, mit Dottermembran umgebene Ei im Innern der äusseren Hülle. Diese als Nachkömmling der Follikelzellen aufzufassende Membran« — Verfasser nennt sie später »Exochorion« — »ist nun vollständig homogen geworden und sticht gegen die Dottermembran scharf ab«.

Schon oben habe ich erwähnt, dass ich ein Schwinden des Zellenknopfes sowie der Kerne niemals habe beobachten können. Nun aber ist es nicht zu bezweifeln, dass man in der Leibeshöhle sowohl wie in dem von LACAZE-DUTHIERS als Uterus beschriebenen Sacke, welcher die Eier aufnimmt, Eier findet, deren äusserste Hülle eine homogene Membran ist. Ist diese, entsprechend VEJDOVSKÝ'S Auffassung, ein Nachkömmling des Follikels, so muss zwischen ihr und der Randschicht des Dotters eine zweite homogene Membran, die Dotterhaut, liegen. Nach VEJDOVSKÝ ist dies in der That der Fall: »Das Ei der *Bonellia* ist mit zwei Hüllen versehen: mit einer an den Eihalt dicht anliegenden Dottermembran und mit einem resistenten homogenen Exochorion, welches aus den Follikelzellen entstand. Diese beiden Hüllen hat schon SCHMARDA beobachtet, wogegen LACAZE-DUTHIERS nur einer Membran erwähnt«.

Dieser Darstellung kann ich mich nach meinen Beobachtungen nicht anschliessen. Ich finde stets nur eine homogene Membran, in welcher ich meine oben beschriebene Dotterhaut erkenne. Die Eizelle besitzt die oben erwähnte, von Bläschen und Oeltropfen freie Randschicht, welche mir jedoch nie als gesonderte Membran erschienen ist. Fraglich ist es, ob die von mir als Dotterhaut bezeichnete Membran

identisch ist mit VEJDOVSKÝ'S Dotterhaut. Ist dies der Fall, so muss ich mit Bestimmtheit behaupten, dass ausserhalb derselben keine weitere homogene Hülle existirt. Sollte dagegen die Randschicht der Eizelle von VEJDOVSKÝ als Dottermembran bezeichnet sein, worauf die Angabe, dieselbe liege dem Einhalt dicht an, sowie die Fig. 8 hindeuten könnte, so müssten, wenn die Follikelzellen sich in eine homogene Membran verwandeln, drei Hüllen vorhanden sein, VEJDOVSKÝ'S »Dotterhaut«, meine »Dottermembran« und VEJDOVSKÝ'S »Exochorion«. Hier muss also ein Irrthum in der Combination der verschiedenen neben einander gefundenen Stadien vorgefallen sein, und wo derselbe zu suchen ist, ergiebt sich wol schon daraus, dass eine Entstehung einer homogenen Membran aus einer zelligen durch Schwund der Zellgrenzen und Kerne an sich im höchsten Grade unwahrscheinlich ist. In der That geht der Follikel auf eine ganz andere Weise zu Grunde: nicht selten passirt es, dass auf dem Objectträger an den ausgebildeten Eiern der Follikel platzt und sich sammt dem Zellenknopfe von der Eizelle ablöst. Die letztere erhält dadurch völlig das Aussehen, wie es von LACAZE-DUTHIERS sowie auch von VEJDOVSKÝ dargestellt ist, wenn wir annehmen, dass als »Dottermembran« die Randschicht des Dotters bezeichnet ist. Der gleiche Vorgang wird in der Leibeshöhle stattfinden. Dafür spricht nicht nur der Umstand, dass die nur von einer homogenen Hülle umschlossenen Eier sich durchaus nicht von denen unterscheiden, welche sich erst unter dem Mikroskope ihres Follikels und Zellenknopfes entledigt haben, sondern auch die Thatsache, dass man gelegentlich in der Leibeshöhle Zellenballen antrifft, welche die grösste Aehnlichkeit mit einem Zellenknopfe haben; ich zweifle nicht daran, dass es in der That von den Eiern abgelöste Zellenknöpfe sind.

Somit besteht LACAZE-DUTHIERS' Angabe, wonach das reife Ei der *Bonellia* nur eine Hülle besitzt, nach wie vor zu Recht. SCHMARDAS Zeugniß für die Existenz zweier Hüllen kann hier nicht wohl in die Wagschale geworfen werden, da sich aus seiner Schilderung nicht einmal ersehen lässt, ob die von ihm gesehene äussere Membran nicht der intacte Follikel war; denn den Zellenknopf hat SCHMARDA überhaupt nicht bemerkt.

Die eine Hülle des reifen *Bonellia*-Eies ist die Dotterhaut, deren Herkunft von der Eizelle oben nachgewiesen wurde.

Die nächste Frage wäre nun eigentlich: was wird aus dem abgeworfenen Zellenknopfe? Die Beantwortung dieser Frage kann offenbar allein Aufschlüss geben über die weitere: welche physiologische Auf-

gabe erfüllt der Zellenknopf? Bevor nicht festgestellt ist, dass der Zellenknopf mit der Reifung des Eies sein Ziel erreicht hat und nach der Abwerfung dem Untergange anheimfällt, dürfte jede Discussion über seine Aufgabe in der Luft schweben. Um aber entscheiden zu können, was aus den abgeworfenen Zellenknöpfen in der Leibeshöhle wird, bedarf man eines reichen Materiales aus verschiedenen Jahreszeiten. Mir stand dasselbe bisher nicht zu Gebote, und ich muss es mir daher versagen, dies Problem zu lösen. Da indessen von VEJDOVSKÝ eine Beantwortung bereits versucht ist, so will ich mir doch ein paar Bemerkungen hierzu erlauben. VEJDOVSKÝ sagt: »Wenn nun das Ei viel grösser als im vorigen Stadium erscheint, — wenn sein Protoplasma mit Fettkörperchen sich zu füllen anfängt: so kann man sich das Wachsthum dadurch erklären, dass es nur auf Kosten der die Eikappe bildenden Zellen vor sich geht. In der That werden diese Zellen jetzt kleiner«. Dem entsprechend bezeichnet er in der Tafelerklärung die Zellen der Eikappe als »Ernährungszellen«. Ich habe gegen diese Auffassung verschiedene Bedenken. In erster Reihe steht der bereits mehrfach erwähnte Umstand, dass ich keine Grössenabnahme der angeblichen »Ernährungszellen« zu constatiren vermochte. Sicher erfolgt eine solche noch nicht vor der Loslösung des Eies aus dem Ovar, in welche Zeit VEJDOVSKÝ dieselbe bereits verlegt, im Gegentheil findet eine nicht unmerkliche Vergrösserung statt. Weiter scheint mir aber das bedeutende Wachsthum der Eizelle nach der Abscheidung der Dotterhaut nicht eben für diese Bedeutung der Knopfzellen zu sprechen, da die Dotterhaut offenbar der Ernährung vom Zellenknopfe aus hinderlich sein muss. Eine Entscheidung vermag ich jedoch, wie gesagt, nicht zu geben.

Ich wende mich daher, um vielleicht von Seiten der morphologischen Bedeutung des Zellenknopfes Licht über die physiologische Aufgabe desselben zu verbreiten, zu einer Vergleichung des *Bonellia*-Ovariums mit demjenigen anderer Thiere, und zwar beschränke ich mich auf die *Echiuriden*, da die übrigen Gephyreen in ihrer Eibildung — welche ich demnächst zu beschreiben gedenke — nichts Analoges darbieten.

Unsere bisherigen Kenntnisse von den Geschlechtsorganen der übrigen Echiuriden, von der Gattung *Echiurus* selbst und *Thalassema*, sind sehr dürftig. Als Ovarium und Hoden sind bei *Echiurus* von GREEFF¹⁾,

1) GREEFF, R. »Ueber die Organisation der Echiuriden«. Vorläufige Mittheilung. — Sitzungsberichte d. Ges. z. Beförd. d. ges. Naturw. Marburg, 1874, Nr. 2, Febr. »Ueber Bau und Entw. der Echiuren«, a. a. O.

wie schon früher von FORBES und GOODSIR¹⁾, zwei Paare von Schläuchen beschrieben, welche zu beiden Seiten des Bauchnervenstranges dicht hinter den ventralen Haken ausmünden. Die Entwicklung der Geschlechtsstoffe in denselben ist nicht beobachtet worden. Es ist wol nicht zu bezweifeln, dass diese Schläuche nicht die Keimdrüsen, sondern nur die Receptacula der reifen Producte derselben, die Homologa des Uterus der *Bonellia*, der braunen Schläuche der *Sipunculiden*, kurz Segmentalorgane sind. Wo man das Ovarium des *Echiurus* zu suchen hat, ergibt sich aus einer Vergleichung mit *Bonellia* von selbst. Bei einer mikroskopischen Untersuchung des hinteren Abschnittes des Bauchgefäßes zweier conservirten *Echiuren*, welche ich der Güte des Herrn McINTOSH verdanke, fand ich einen Theil der Zellen des Peritonealüberzuges in der That zu »Ureieren« umgebildet. Zu einer genaueren Untersuchung über die weitere Entwicklung derselben reichte weder die Erhaltung noch der Ausbildungszustand des Organs aus. Immerhin genügt der Befund, um mich zu überzeugen, dass das Ovarium resp. der Hode sich wirklich an der vorausgesetzten Stelle findet.

Bei *Thalassema* hat KOWALEVSKY drei Schlauchpaare als Geschlechtsdrüsen beschrieben; doch gilt von diesen gewiss dasselbe wie von den zwei Paaren des *Echiurus*. Das eigentliche Ovarium habe ich in drei mir freundlichst von Herrn Dr. GRAEFFE aus Triest gesandten Exemplaren von *Thalassema gigas* M. Müller als einen reichlich 2 mm dicken Strang auf der hinteren Hälfte des Bauchgefäßes, also ganz entsprechend dem Ovarium von *Bonellia*, gefunden. Der Strang war aus zahllosen grossen und kleinen Eiern zusammengesetzt, jedoch leider nicht gut genug erhalten, um die Eibildung daran studiren zu können. Die Eier waren, soviel ich zu erkennen vermochte, von einem plattzelligen Follikel mit grossen Kernen umschlossen. Im Innern jedes Follikels schien mir nur ein Ei zu liegen. Ueber die Eibildung von *Thalassema* besitzen wir indessen eine sehr interessante Beobachtung von SEMPER, welche HUB. LUDWIG in seiner Abhandlung »über die Eibildung im Thierreiche« (S. 53) mittheilt. »Es bildet sich das Ei hier ähnlich wie bei der *Bonellia* in gestielten Follikeln. In jedem Follikel liegt anfänglich nur eine Zelle eingeschlossen. Diese Zelle theilt sich quer auf die Längsachse des Follikels in zwei, von denen aber nur die eine und zwar diejenige, welche nach dem Follikelstiel hin gelagert ist, zum Ei aus-

1) FORBES, E. and J. GOODSIR. »On the natural history of *Thalassema* and *Echiurus*«. — The Edinburgh New Philosophical Journal, Vol. XXX, 1841, p. 369—378. pl. VII.

wächst, während die andere in demselben Verhältnisse, in welchem die erstere zunimmt, kleiner wird und schliesslich ganz verschwindet. Durch Berstung des Follikels wird dann das Ei in Freiheit gesetzt«. Soweit diese nicht von Abbildungen begleitete Schilderung eine Vergleichung mit unseren Befunden bei *Bonellia* zulässt, scheint bei der von SEMPER beobachteten *Thalassema*-Art der Zellenknopf von einer einzigen Zelle repräsentirt zu sein. Dass dieselbe zu Grunde geht und zwar vor der auch hier stattfindenden Berstung des Follikels, mag einiges Licht auf die Frage nach dem Schicksal des Zellenknopfes des *Bonellia*-Eies werfen. Jedenfalls weisen diese Beobachtungen darauf hin, dass durch eine sorgfältige Untersuchung der Eibildungsvorgänge bei den übrigen *Echiuriden* wichtige Anhaltspunkte zur Beurtheilung dieser sonst so eigenartig erscheinenden Verhältnisse sich ergeben dürften.

Schon SCHMARDA hatte den von ihm als Eierstock gedeuteten Schlauch der *Bonellia* mit Eiern gefüllt gefunden. LACAZE-DUTHIERS, der Entdecker des eigentlichen Ovariums, führte den Nachweis, dass dieser Schlauch nichts sei als ein Eierbehälter, ein Uterus. Gleichzeitig erkannte er in einem kleinen Anhang des vorderen Theiles dieses Schlauches, in welchem SCHMARDA den Hoden vermuthet hatte, den Apparat, durch welchen der Eintritt der reifen Eier aus der Leibeshöhle in den Uterus erfolgt. Er beschreibt denselben treffend als einen wimpernden Trichter, der die Eier aufnehme wie bei den Wirbelthieren das trichterförmige abdominale Ende der Tuba. Diese Angaben sind von VEJDOVSKÝ bestätigt worden. Auch ich habe denselben an dieser Stelle nichts hinzuzufügen, da für den gegenwärtigen Zweck die Constatirung der Aufnahme der reifen Eier aus der Leibeshöhle in diesen Schlauch genügt. Ueber den feineren Bau des Organs, seine Entwicklung und seine morphologische Deutung gedenke ich später Weiteres mitzutheilen. Hier sei nur erwähnt, dass an demselben zwei Abschnitte zu unterscheiden sind, ein vorderer, mehr oder minder kuglig aufgetriebener, gedrungener, dickwandiger Ausführungsabschnitt und ein hinterer, ausserordentlich dehnbarer, sackförmiger Abschnitt, der eigentliche Eierbehälter, an dem auch der Trichter sitzt.

Die Zahl der Eier, welche bei einer grossen *Bonellia* in diesem Sacke Raum finden, wird von LACAZE-DUTHIERS auf bis zu 1500 angegeben.

Innerhalb des Uterus trifft man die Eier in einen zähen, fadenziehenden Schleim, wol das Secret der Wandungszellen, eingebettet.

2. Die Entwicklung.

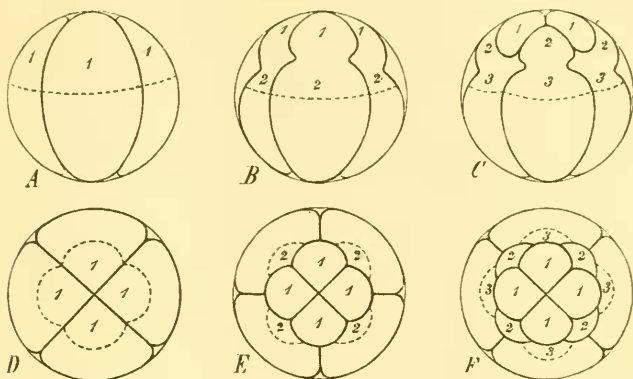
Furchung und Keimblätterbildung.

Die in meinen Aquarien lebenden Bonellien haben mir dreimal Eier geliefert. Die ersten Eier fand ich am 6. Mai; sie waren in der Entwicklung bereits weit fortgeschritten: viele von den Larven waren schon ausgeschwärmt. Die Eier bildeten eine dicke, gewundene Schnur von einer gallertigen zähen Substanz, in welche die Eier in mehrfacher Reihe, jedes in einer besondern kugligen Lücke liegend, eingebettet waren (Taf. VIII, Fig. 14 a). Die Masse lag unter einem Steine in dem Schlamm, mit welchem die Bonellien sich zu umgeben pflegen. Am 29. Mai fand ich eine zweite und im Anfang des Juni eine dritte Eierschnur. Beide verhielten sich etwas anders als die erste, indem die Eier nur in einfacher Reihe in der Gallerte lagen (Fig. 14 b), ferner aber auch glücklicher Weise darin, dass sie sich noch auf früheren Entwicklungsstufen befanden, diejenigen vom 29. Mai auf derjenigen der Viertheilung. Neben diesen viertheiligen Formen fand ich eine Anzahl ungefurchter Eier, welche wol als unbefruchtet zu betrachten sind. Sie unterschieden sich in sehr bemerkenswerther Weise von den Eiern, wie wir sie im Uterus getroffen hatten. Während bei diesen die peripherischen Oeltropfen eine die Eikugel ringsum umschliessende Lage bildeten, war bei den ungefurchten abgelegten Eiern (Taf. IX, Fig. 1) der tropfenfreie Dotter an einer Seite bis an die Peripherie gerückt und stellte eine vom übrigen Ei ziemlich scharf abgesetzte Calotte dar. Die Oeltropfen waren auf den andern Theil des Eies beschränkt. Ich habe durch einige dieser ungefurchten Eier Schnitte gelegt und ungefähr in der Mitte des feinkörnigen Theiles einen etwa ellipsoidisch gestalteten, scharf contourirten Körper von anscheinend ziemlich dichter Beschaffenheit erkannt, der sich in Picrocarmin fast homogen färbte. In welcher Beziehung derselbe zum Keimbläschen oder dem nach Ausstossung der Richtungsbläschen zurückbleibenden Reste desselben steht, vermag ich nicht anzugeben. Richtungsbläschen habe ich neben diesen ungefurchten Eiern nicht wahrgenommen, ohne darum ihre Existenz mit Bestimmtheit in Abrede stellen zu können. Bei den gefurchten Eiern sah ich deutlich zwei, manchmal drei solche Gebilde.

Das Stadium der Zweitheilung habe ich nicht beobachtet. Das der Viertheilung wies vier gleichgrosse Zellen von sehr charakteristischer Beschaffenheit auf. Jede Zelle bestand wie das ungefurchte Ei aus zwei Hälften: in der einen hatten sich alle Oeltropfen angesammelt, während die andere, welche den Kern enthielt, nur aus feinkörnigem

Protoplasma ohne Oeltropfen bestand. Der Kürze halber mag die erstere Hälfte als vegetative, die letztere als animale bezeichnet werden. Dieses Stadium lässt sich durch zweimalige meridionale Theilung aus dem ungefurchten Eie ableiten.

Die nächste Furche (vergl. den Holzschnitt: *B*) verläuft äquatorial: es schnürt sich durch dieselbe am animalen Pole jeder der vier Zellen



Schema der ersten Furchungsvorgänge, zur Erläuterung der gegenseitigen Verschiebungen der vier grossen vegetativen und der kleinen animalen Zellen. Die dargestellten Stadien folgen in der Reihenfolge *A, D, B, E, C, F* auf einander. In der oberen Reihe sind die vegetativen, in der unteren die animalen Zellen als festliegend angenommen. Die punktirten Linien bezeichnen die Grenze zwischen dem animalen und dem vegetativen Abschnitte.

eine ausschliesslich aus feinkörnigem Protoplasma gebildete kleinere Zelle (*B, 1*) ab. Sobald die Trennung vollendet ist, schieben sich diese vier kleinen Zellen in die Winkel zwischen den vier grossen hinein (*E*), ein Vorgang, der sich als eine Verschiebung der beiden Zellencomplexe gegeneinander um 45° darstellt. Jede der grossen Zellen besteht nach wie vor aus einem vegetativen und einem innerhalb des feinkörnigen Protoplasmas den Kern enthaltenden animalen Abschnitte (*2* in *E*).

Die folgende Furche verläuft abermals äquatorial und schnürt vom animalen Pole der vier grossen Zellen wiederum je eine kleine (*C, 2*) ab, welche in den Winkeln zwischen den zuerst abgeschnürten vier Zellen (*1*) liegen, während die vier grossen Zellen nach vollzogener Trennung in die Winkel zwischen den Zellen *2* einrücken. Die Wirkung erscheint als eine abermalige Drehung der Complexe der vier grossen und acht kleinen Zellen gegen einander um 45° .

Von nun an findet die Vermehrung der kleinen Zellen nicht mehr ausschliesslich durch Proliferation der vier grossen statt: es theilen sich zunächst die acht kleinen Zellen und zwar jede in zwei Zellen (Taf. IX, Fig. 6). Die so entstandenen 16 Zellen liegen unmittelbar nach ihrer Theilung ganz locker neben einander; sehr bald aber

schmiegen sie sich eng an einander an und bilden eine geschlossene Schicht, in welcher die Zellen wieder ganz regelmässig angeordnet sind, und zwar so, dass vier Zellen am Pole liegen, in den Winkeln zwischen diesen vier andere und so fort (Fig. 7). Dieser Vorgang wiederholt sich anfangs mit grosser Regelmässigkeit. Gleichzeitig fahren die vier grossen Zellen fort, in der oben angegebenen typischen Weise kleinere Zellen nach aussen abzugliedern. Indem jedesmal nach Abtrennung einer Zelle der zurückbleibende Rest der Spindel sich zu einem dicht unter der Oberfläche liegenden Kerne sammelt, beziehungsweise ergänzt, und dann wieder sich zu einer Spindel auflöst, deren Achse stets in eine Meridianebene fällt und in Bezug zur Eioberfläche in tangentialer Richtung liegt, rückt der animale Pol der vier grossen Zellen, welcher anfangs mit dem animalen Pole des gesammten Eies zusammenfiel, allmählich immer weiter an den entgegengesetzten Pol des Eies; alle Furchen, welche neue kleine Zellen von den 4 grossen abtrennen, verlaufen aus demselben Grunde äquatorial, und alle abgeschnürten Zellen liegen sogleich an der Oberfläche des Eies. Durch das Zusammenwirken dieser beiden Vorgänge, also der oberflächlichen Abschnürung kleinerer Zellen von den grossen und der weiteren Theilung jener kleinen wächst natürlich die Zahl der kleinen Zellen erheblich, und dabei breiten sie sich immer weiter über die Oberfläche der vier grossen aus, in denen keine weitere Veränderung stattfindet als eine Verschmelzung der zahlreichen kleineren Oeltropfen zu wenigen grösseren, bis endlich eine jede Zelle nur einen grossen Oeltropfen enthält. Wenn der animale Pol der grossen Zellen seine Wanderung bis zum entgegengesetzten Eipole vollendet hat, so ist auch die oberflächliche Lage der kleineren Zellen bis hierhin vorgerückt und lässt nur eine kleine Oeffnung frei, durch welche man auf die noch immer ungetheilten vier grossen Zellen blickt (Taf. XI, Fig. 2).

Dieser Furchungsmodus unterscheidet sich von dem nach unseren bisherigen Kenntnissen bei anderen Gephyreen befolgten nicht unerheblich. Bei dem nächstverwandten *Thalassema* bildet sich nach KOWALEWSKY¹⁾ aus einer einschichtigen Blase eine »Archigastrula« (Invaginationsgastrula); ähnliche Vorgänge beobachtete SELENKA²⁾ bei *Phascolosoma*, während nach meinen eigenen noch nicht veröffentlichten Untersuchungen das Ei des *Sipunculus nudus* sich wesentlich anders verhält, wobei die Furchung eine äquale ist. Dagegen findet

1) KOWALEWSKY, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXII, S. 284.

2) SELENKA, Entwicklung von *Phascolosoma*. — Zeitschr. f. wiss. Zoologie, d. XXV. p. 442.

der Furchungsmodus der *Bonellia* bei Anneliden und Mollusken Analogien. In Bezug auf die ersten Stadien stimmen z. B. *Salmacina* unter den Anneliden (nach GIARD¹⁾) und *Trochus* unter den Mollusken (nach HAECKEL²⁾) wesentlich mit *Bonellia* überein: in diesen Fällen bilden sich vier gleichgrosse, mit je einem animalen und einem vegetativen Abschnitte versehene Blastomeren, von deren animalen Pole sich wiederholt je vier kleinere Blastomeren abschnüren, welche sich dann weiter theilen und die grossen, sich langsamer theilenden überwachsen. Ganz übereinstimmend verhalten sich nach KEFERSTEIN³⁾ und GÖTTE⁴⁾ die Eier mancher Seeplanarien. In anderen Fällen, wie z. B. bei *Fabricia* nach HAECKEL⁵⁾ ist die Furchung vom ersten Anfange an eine inäquale: das Ei theilt sich in ein Makromer⁶⁾ und ein Mikromer, und das erstere beginnt erst sich weiter zu theilen, nachdem vier Mikromeren gebildet sind; doch ist dieser Vorgang offenbar nicht wesentlich von dem andern verschieden. Dasselbe gilt von den bei den *Hirudineen* vorkommenden Modificationen. In allen diesen Fällen ist das Resultat die Ueberwachsung einer geringen Anzahl von Makromeren, welche sich durch einen reichen Deutoplasmagehalt auszeichnen, durch zahlreiche deutoplasmaarme oder -freie Mikromeren, welche überall als Ektoderm erscheinen. Wollen wir die HAECKEL'sche Nomenclatur zur Anwendung bringen, so müssen wir das Product der Furchung des *Bonellia*-Eies als eine »Amphimorula« bezeichnen, da weder eine Furchungshöhle noch eine Urdarmhöhle besteht, vielmehr die vier Makromeren den Innenraum der Kugel vollkommen ausfüllen.

Nachdem die Makromeren die letzten vier Mikromeren geliefert haben, setzen sich ihre Theilungen fort und zwar wahrscheinlich nach

1) GIARD, Note sur l'embryogénie de la *Salmacina Dysteri*, Huxley. Comptes Rendus de l'Acad. Paris, 1875. t. 82 p. 233.

2) HAECKEL, Die Gastrula und die Eifurchung der Thiere. — Jenaische Zeitschrift f. Naturw. Bd. IX. 1875. S. 402. Taf. XXIV.

3) KEFERSTEIN, Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte einiger Seeplanarien von St. Malo. Göttingen, 1869.

4) GÖTTE, Entwicklung der Seeplanarien. — Zool. Anzeiger. 1878. No. 4, S. 75.

5) HAECKEL, a. a. O.

6) Ich habe es absichtlich vermieden, die grossen und kleinen Blastomeren von vornherein als Endoderm- und Ektodermzellen zu bezeichnen, da jedenfalls für die ersteren dieser Ausdruck nicht zutreffend ist, solange diese noch das Material für die Bildung von Ektodermzellen liefern. In Fällen wie den hier besprochenen wird man statt dessen zweckmässig die von HUXLEY (A manual of the anatomy of invertebrated animals, London, 1877, p. 483) vorgeschlagenen Bezeichnungen »Makromer« und »Mikromer« verwenden können.

demselben Modus, den wir bisher zu beobachten hatten. Allein die sich von ihnen abtheilenden Elemente gelangen nicht mehr an die Oberfläche der Embryonalkugel, sondern bleiben unter der Mikromeren-schicht liegen, und damit ist die Scheidung in Ektoderm und Endoderm vollzogen. Die Theilungsproducte der vier grossen Zellen, welche nunmehr eine innere Schicht um diese herum aufbauen, bilden die Anlage des Darmepithels und sind jetzt als Endodermzellen zu bezeichnen. Die centrale Masse des Embryo aber wird nach wie vor von den vier primären Makromeren eingenommen, welche durch den Besitz je eines grossen Oeltropfens gekennzeichnet sind. Das Protoplasma derselben (Taf. XI, Fig. 4) ist auf einen ziemlich starken Wandbeleg reducirt, in welchem an einer Seite der Kern liegt, umgeben von einem dichten, körnigen Hofe, während man in dem übrigen Zellkörper die schon im reifen Ei beobachteten hellen Bläschen trifft. Die Kerne nehmen oftmals seltsame Gestalten an: langgestreckte Formen mit einer, zwei oder noch mehr Einschnürungen (Taf. XI, Fig. 7) würde man früher ohne Bedenken als Vorbereitungsstadien zur Theilung aufgefasst haben; ob ihnen aber wirklich diese Bedeutung zukommt und also neben der bekannten Form der Theilung durch Auflösung des Kernes in eine Spindel, Auseinanderrücken der Kernplatten und Vereinigung ihrer Elemente zu neuen Kernen ein einfacherer Theilungsmodus vorkommt, vermag ich nicht zu entscheiden.

Die oben erwähnte zur Zeit der Sonderung von Endoderm- und Ektodermzellen bestehende Oeffnung (Taf. IX, Fig. 2) werden wir als Blastoporus zu bezeichnen haben. Ihre Bedeutung ist jedoch mit dieser Beziehung zu den beiden ersten Embryonalschichten nicht erschöpft. Auch die sich fortgesetzt theilenden Ektodermzellen finden an der Oberfläche nicht mehr Platz und dringen durch den Blastoporus ins Innere. So wenigstens wird man sich den Vorgang denken können, durch den die Anlage eines dritten Theiles des Embryos zu Stande kommt. Legt man nämlich bald nach der Bildung des Blastoporus durch den Embryo einen optischen oder einen realen Medianschnitt, welcher den Blastoporus trifft, so sieht man, wie am Rande dieser Oeffnung das Ektoderm übergeht in eine ausserhalb des Endoderms gelegene Zellenlage von geringer Ausdehnung, welche den Blastoporus ringförmig umgiebt (Taf. XI, Fig. 4). Meine Beobachtungen über das Schicksal dieser Anlage sind leider ungenügend geblieben; doch glaube ich nicht zu irren, wenn ich darin den Anfang des Mesoderms erblicke. Der Ort der Entstehung wäre durchaus mit anderen Beobachtungen, wonach das Mesoderm am Rande des Blastoporus auftritt, im Ein-

klang, doch ist die specielle Form der Anlage etwas ungewöhnlich. Von RABL¹⁾ und HATSCHKE²⁾ ist in neuerer Zeit grosses Gewicht auf eine durch ein Paar grosser Zellen (»Urmesodermzellen«) ausgezeichnete Form der Mesodermanlage gelegt worden. Von solchen grossen Zellen, wie sie ja bei den *Lumbriciden*-Embryonen schon seit langer Zeit bekannt sind, finde ich bei *Bonellia* nichts; doch kann dies am Ende nicht eben sehr auffallen, da die principielle Bedeutung der »Urmesodermzellen« nach den neuesten Untersuchungen KLEINENBERGS³⁾ sicher nicht so gross ist, wie die obengenannten Autoren anzunehmen geneigt sind. Befremdlicher war es mir, dass die Mesodermanlage bei der *Bonellia* nicht in Form zweier getrennten Mesoderm- oder Keimstreifen erscheint, sondern als eine von Anfang an ringförmig geschlossene Schicht. Wenigstens habe ich keine derartige Anordnung zu beobachten vermocht und finde auch auf etwas späteren Stadien nichts, was auf einen solchen Vorgang schliessen lassen könnte. Vielmehr traf ich das Mesoderm dort zu einem dünnen anscheinend einschichtigen Blatte abgeplattet, das die Endodermzellen allseitig umschloss. Vom Blastoporus war keine Spur mehr zu erkennen.

Von nun an stösst die Untersuchung auf Schwierigkeiten, die ich nicht zur Befriedigung zu überwinden vermocht habe. Dieselben sind in erster Linie durch die kuglige Gestalt des Embryo bedingt, welche eine Orientirung an demselben fast zur Unmöglichkeit macht. Ich bin daher nicht im Stande, anzugeben, welchem Punkte der späteren Larve der Blastoporus entspricht. Sind zwei merkliche locale Ektodermverdickungen, wie sie in Fig. 4 der Taf. XI abgebildet sind und sich noch in einigen anderen Präparaten befanden, die Anlagen der bald darauf erscheinenden Wimperzellen, und entspricht diejenige Stelle, an der sich das Mesoderm in diesem Stadium durch besondere Mächtigkeit auszeichnet, dem Punkte des ersten Auftretens desselben, dann bezeichnet der Blastoporus den vorderen Pol des Embryo. Allein ich möchte dieser Annahme keinen grösseren Werth als den einer Vermuthung beilegen.

1 RABL, Die Ontogenie der Malermuschel. — Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. IX, S. 310.

2) HATSCHKE, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte und Morphologie der Anneliden. Wiener Sitzungsberichte, Bd. 74. Abth. I. October-Heft 1876. — Embryonalentwicklung und Knospung der *Pedicellina echinata*. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXIX. S. 502. — Studien über Entwicklungsgeschichte der Anneliden. Arbeiten a. d. zool. Institut Wien, Bd. I. Heft 3. S. 277.

3) KLEINENBERG, Sullo sviluppo del *Lumbricus trapezoides*. Napoli, 1878.

Der Embryo und die freischwimmende Larve.

Nicht minder ungenügend sind meine Beobachtungen über die folgenden Stadien, in denen die Entwicklung des Nervensystems erfolgt. Sie sind äusserlich durch hervorragende Veränderungen charakterisirt. Während bisher die Embryonen nur die gelbliche Färbung der feineren Deutoplasmaelemente besaßen, tritt jetzt in den Ektodermzellen in Form zarter Tröpfchen das charakteristische grüne Pigment auf, erst zerstreut, später immer dichter. Ferner erscheinen Wimpern, und zwar sah ich dieselben stets zuerst in Form eines mehrfach unterbrochenen Bandes auftreten (Taf. X, Fig. 1). Die Ektodermzellen, welche diese ersten Wimpern tragen, sind pigmentlos und bleiben es auch hinfort, so dass man schon bei Betrachtung mit schwacher Vergrößerung diese Wimperbänder erkennt. Anfangs ist nur ein solches Band vorhanden: später kommt ein engeres hinzu, und erst von nun an kann man mit Sicherheit Vorder- und Hinterende des Embryos unterscheiden (Fig. 2). Auch in diesem Stadium ist die Verschiedenheit der einzelnen Durchmesser noch so gering, dass es unmöglich ist, dem conservirten Ei zum Zwecke der Zerlegung in Schnitte eine bestimmte Richtung zu geben. Man ist gezwungen eine grosse Anzahl von Schnitten aufs Gerathewohl herzustellen und nun diese bestmöglich zu deuten. Daher bei dem verhältnissmässig spärlichen Material die Unsicherheit über die Veränderungen in den jetzt zu besprechenden Stadien.

In Fig. 5 Taf. XI habe ich einen Schnitt dargestellt, welchen ich nach der Lage der Wimpernsnurdurchschnitte für einen Längsschnitt halte; wahrscheinlich ist er zugleich mehr oder minder genau dorsoventral gefallen, wie die Vergleichung mit Schnitten durch ältere Embryonen zeigt. Im Endoderm hat die Theilung der Zellen merkliche Fortschritte gemacht, und dabei haben sich die kleinen Zellen zu einer ununterbrochenen Schicht peripherisch angeordnet, während in der Mitte die grossen Zellen mit den vier Oeltropfen liegen. Die Endodermzellenmasse ist von dem dünnen Mesoderm umschlossen und dieses vom Ektoderm. Auf jeder Seite finden wir zwei Ektodermzellen durch ihre Höhe und einen Besatz mit langen Wimpern ausgezeichnet und zwischen diesen beiden Wimperbüscheln treffen wir eine ziemlich unbeschriebene Verdickung (*n'*), in welcher das Ektoderm mehrschichtig ist. Ich halte diese Verdickung für die erste Anlage des Nervensystems und zwar des Oberschlundganglions in seiner für die *Bonellia* charakteristischen bandförmigen Gestalt.

Nun beginnt der Embryo sich zu strecken und gleichzeitig sich in

einer Richtung, welche sich bald als die dorsoventrale darstellt, etwas abzuplatten. Der Körper ist durch die beiden oben erwähnten Wimpersehnüre in drei Abschnitte, einen vorderen, etwa halbkugligen, einen mittleren, etwa cylindrischen, und einen hinteren, mehr oder minder abgestutzt-kegelförmigen getheilt. Am vorderen Abschnitte tritt sodann an jeder Seite ein grosser dunkelbrauner mit einem etwas helleren Centrum und verwaschenen Rändern versehener Pigmentfleck, ein Auge, auf (Taf. X, Fig. 2). In diesem Stadium verlässt der Embryo meistens, indem er sich rasch noch weiter streckt und abplattet, die Gallerthülle, in welcher er bis dahin gelegen hatte, und schwimmt nun in der bekannten Gestalt einer mesotrochen Larve umher (Fig. 3 u. 4). Die Bewegungen sind meistens ziemlich träge; häufig setzt das Thierchen sich an der Wand des Behälters nieder und kriecht dort nach Art eines Strudelwurmes umher, mit dem beim Schwimmen nach oben gekehrten Augenpole voran. Die äusseren Veränderungen haben damit für einige Zeit ein Ende erreicht. Es mag daher eine etwas ausführliche Schilderung der äussern Gestalt hier der Darstellung der innern Organisation und Umbildung vorausgehen. Die Larve hat etwa den Habitus eines rhabdocoelen Turbellars von etwa 1 mm Länge. Im ganzen Ektoderm ist das charakteristische grüne, in Tröpfchenform in den Zellen angesammelte Pigment der *Bonellia* vorhanden; frei davon sind nur die Zellen der beiden Wimperbänder, ferner in der Regel ein ventraler medianer Streifen, der vom vorderen Wimperbande bis über die Körpermitte hinausragt, und endlich zwei seitliche Streifen am Vorderende, in welchen die Augen liegen. Das Pigment wird vom Alkohol vollständig ausgezogen. Das gesammte Ektoderm ist mit feinen, dichtstehenden Wimpern besetzt, wie bei einem Turbellar. Der Vordertheil ist im Gegensatz zum mittleren Körperabschnitt etwas angeschwollen und hängt ein wenig nach der Bauchseite über, wodurch der Längsdurchschnitt (Taf. XI, Fig. 12) eigenthümlich keulenförmig wird. Der mittlere Körperabschnitt zeigt dagegen in der Mitte der ventralen Seite eine geringe Depression, während die seitlichen Theile etwas hervortreten; dadurch kommt ein etwa bohnenförmiger Querschnitt (Fig. XI, Fig. 16) in dieser Körperregion zu Stande. Der überhängende Vordertheil und die vortretenden Seitenränder aber schliessen zusammen eine ovale flache Grube ein, welche bei der Anheftung des Thieres als Saugnapf wirkt. Das Thierchen besitzt eine erhebliche Contractilität, und allen seinen Formveränderungen folgen die im Darm liegenden Oelvacuolen, welche seit der Streckung der Larve ihre Kugelform aufgegeben haben und jetzt gleichfalls langgestreckt erscheinen.

Die Bedingungen für die Untersuchung dieser Stadien sind, wie man sieht, günstiger geworden als bisher. Trotzdem vermag ich über mehrere wichtige Punkte nichts Genaueres anzugeben, da ich von den früheren Stadien dieser Periode nur ein spärliches Material gehabt habe. Bei der ersten Brut, welche ich bereits als freischwimmende Larven antraf, waren nur wenige Individuen noch so weit zurückgeblieben; die späteren Bruten, welche ich noch in den Furchungsstadien überraschte, gingen fast gänzlich vor dem Ausschwärmen der Larven zu Grunde. Dazu kommt die Kleinheit der Gewebeelemente, welche eine scharfe Begrenzung der Schichten behindert. Es bleibt mir nichts übrig, als meine Schnitte, so gut es eben thunlich ist, zu beschreiben. Mehrere gut gelungene dorsoventrale Längsschnitte, von denen ich einen in Fig. 6, Taf. XI abbilde, schliessen sich ziemlich eng an den oben geschilderten Längsschnitt Fig. 5 an und können gleichzeitig als Beleg für die Richtigkeit der Deutung des Letztern gelten. Im vordern Theile der Larve sind die Zellen des Mesoderms blasig geworden und haben dadurch bedeutend an Umfang gewonnen, so dass sie eine ziemlich mächtige schwammige Masse darstellen, welche sich nach hinten ringsum verdünnt. In diese Masse ragt auf dem Längsschnitte ein zapfenförmiger Zellenhaufen (n') herein, welcher vorn noch mit dem Ektoderm zusammenhängt. Man erkennt in ihm leicht eine Fortbildung der Ektodermverdickung des vorhergehenden Stadiums, das Oberschlundganglienband. An der ventralen Seite liegt zwischen dem Ektoderm und dem Endoderm ein ziemlich breiter Zellenstrang. Dieser Strang (n) ist das Bauchmark. Es ist mir nicht möglich gewesen, bestimmt zu erkennen, ob dasselbe aus zwei verschiedenen Bestandtheilen zusammengesetzt war, von denen einer dem Mesoderm, der andere dem eigentlichen Bauchmarke selbst angehörte; dagegen erschien die Grenze gegen das Ektoderm ziemlich scharf. Die Deutung solcher Längsschnitte ist indessen sehr misslich. Andererseits gehören meine ersten unzweifelhaften, reinen Querschnitte einem etwas ältern Stadium an. Während in den soeben erwähnten Präparaten in der Anlage des Oberschlundganglienbandes noch keine Fasern, sondern ausschliesslich Zellen zu erkennen waren, umschliessen in diesen Querschnitten die Ganglienzellen bereits einen deutlichen Faserstrang, der sich rings um den ganzen Vorderdarm verfolgen lässt. Dann verschwindet er plötzlich, und nun werden auch die Grenzen zwischen dem Ganglienbande und dem dasselbe umgebenden Mesoderm unendlich; am Hinterende konnte ich einen Uebergang des Bauchstranges in das Ektoderm nicht beobachten. Es könnte der Gedanke naheliegen, das von mir gesehene

ventrale Band sei nicht etwa der Bauchstrang sondern der Keimstreifen, und dafür könnte auch noch die auf Querschnitten unverkennbare bilaterale Anordnung desselben zu sprechen scheinen; allein es ist ganz unzweifelhaft, dass das Mesoderm nicht nur in diesem Stadium, sondern bereits erheblich früher das Endoderm allseitig umschliesst: eine später auftretende Verdickung des bereits geschlossenen Mesoderms könnte aber doch wol kaum als Keimstreifen, d. h. als Mesodermanlage mehr aufzufassen sein. Ferner schien mir auch der Uebergang des Ganglienbandes in die ventrale Verdickung hinreichend deutlich. Vermuthlich ist die Grenze zwischen dem Nervenstrang und dem Mesoderm — wie es auch viel später noch leicht vorkommt — bei der Conservirung verwischt, während der Zusammenhang des Bauchstranges mit dem Ektoderm auf eine sehr kurze Strecke beschränkt sein mag.

Nach hinten wird das Mesoderm auch an der Bauchseite immer dünner, bis endlich völlig der gleiche Zustand wie auf dem Rücken eintritt. An guten Präparaten erkennt man meistens eine Spaltung des Mesoderms in zwei Schichten, von denen sich eine an das Ektoderm und eine an das Endoderm anlegt, ohne dass übrigens ein Hohlraum von nennenswerther Ausdehnung dazwischen aufträte.

Auch vom Endoderm, dessen peripherische Zellen sich jetzt überall zu einer einzelligen Lage angeordnet haben, während im Innern nach wie vor die vier grossen Zellen mit ihren Oelvacuolen liegen, geht nun eine neue Anlage aus, und zwar in Gestalt einer anfangs anscheinend soliden Wucherung in der ventralen Mittellinie etwa an der Stelle, wo die Aeste des Schlundringes sich zum medianen Bauchstrange vereinigen. Sehr bald tritt darin ein spaltförmiger Hohlraum auf, das Organ wird länglich zapfenförmig und liegt mit seinem freien, gegen das Ektoderm gewandten Ende etwas weiter nach vorn als die Ursprungsstelle aus dem Endoderm, an der ich übrigens einen Zusammenhang der Lumina in diesem Stadium niemals beobachtet habe. Wir werden später sehen, dass dies Gebilde die Anlage des Oesophagus darstellt. Hinten ist der Darmsack noch geschlossen und durch Mesoderm vom Ektoderm getrennt.

Die Ausbildung des Nervensystems erreicht sehr bald einen gewissen Höhepunkt: das Bauchmark rückt immer weiter nach hinten vor, erreicht jedoch das hintere Körperende niemals, sondern endet etwas vorher. Bei der fertigen Larve, wie sie der obigen Schilderung entspricht, erkennt man vom Nervensystem den völlig vom Ektoderm geschiedenen Bauchstrang, der sich unmittelbar hinter der Oesophagusanlage gabelt, diese und den ganzen Kopfabschnitt des Darmes in

weitem Bogen umgreift, um vor dem Darm sich wieder zum Ringe zu schliessen (Taf. XI, Fig. 13). Die Mitte des Bauchstranges wird von einem starken Faserzuge gebildet, in welchem durch einzelne zerstreute Zellen eine Theilung in zwei seitliche Hälften angedeutet ist; dagegen existirt nirgends ein centraler Canal, wie ihn GREEFF bei der erwachsenen *Bonellia* gesehen haben will; ich habe ihn jedoch auch dort niemals zu erkennen vermocht. Die Peripherie des Bauchstranges nehmen Zellen ein, welche sich namentlich seitlich häufen. Die Mächtigkeit dieser seitlichen Zellenanhäufungen wechselt in der Länge des Bauchstranges vielfach, und dadurch kommt eine bei oberflächlicher Betrachtung eine Segmentirung vortäuschende Gestaltung zu Stande; in Wirklichkeit sind die Anschwellungen ganz unregelmässig angeordnet und entsprechen einander auf den beiden Seiten nicht. Ueber diesen Ganglienzellen erkennt man spärliche plattere Kerne, welche einer Mesodermhülle des Bauchstranges angehören. Die Fasern des Schlundringes sind nur von spärlichen Zellen begleitet: doch trifft man selten Schnitte ohne solche.

Etwa in der Mitte jedes Schlundringastes sitzen demselben die oben erwähnten Augenflecken dicht auf (Taf. XI, Fig. 14). Ueber den Bau derselben bin ich nicht ganz zur Klarheit gelangt. Namentlich konnte ich die Beziehungen zum Ektoderm nicht bestimmt erkennen. Wahrscheinlich zieht eine kaum veränderte Epithelschicht über das Auge hinweg; lichtbrechende Körper habe ich darin nicht gefunden. An dies Epithel reihen sich ohne scharfe Grenze einige unregelmässig gestaltete Zellen, welche ein gelbbraunes körniges Pigment enthalten. Dazwischen und nach innen von diesen trifft man auf grosse Zellen mit einem grossen hellen Kern und meistens einem deutlichen Kernkörperchen, vermuthlich die eigentlichen empfindenden Elemente des Auges. An den besten Präparaten finde ich dieselben nach innen von einer Schicht platter Zellen begrenzt und von dem darunter liegenden Schlundringaste getrennt (Taf. XI, Fig. 15).

Ehe wir zur Schilderung der Veränderungen der Mesoderm übergehen, auf denen auch hier wie bei den Anneliden die Fortbildung der Larve wesentlich beruht, noch einige Worte über den Bau des Ektoderms. Im Anfange bestand dasselbe, abgesehen von den Wimperbändern, aus lauter gleichartigen polygonalen Cylinderzellen. Schon ziemlich früh bemerkt man unter diesen aber Grössen- und Gestaltunterschiede: kleinere mehr oder minder sternförmige erscheinen zwischen grössere eingezwängt. In diesen grösseren treten dann Vacuolen auf (Taf. XI, Fig. 8, 14, 16), welche anfangs auf den peripherischen Theil der Zellen beschränkt sind, nach und nach aber dieselben ganz erfüllen und den Kern an die

Wand drängen. Ich betrachte diese Zellen als Schleimzellen und den Inhalt der Vacuole als deren Secret. Die Verbreitung dieser Schleimzellen über die Oberfläche der Larve ist durchaus regellos und augenscheinlich wechselnd, oder richtiger gesagt, man erkennt die Schleimzellen als solche nur, während sie secerniren. Die übrigen Zellen lassen einen deutlichen Saum (Fig. 9) erkennen, und durch die Gesamtheit dieser Säume entsteht eine Cuticula, die an guten Präparaten immer zu erkennen ist. Anfangs schien es mir, als ob diese Cuticula — wie es ja für manche Anneliden und von SELENKA auch für *Phascolosoma* angegeben wird — direct aus der Cuticula des Eies, aus der Dotterhaut hervorgehe; allein meine Beobachtungen sind hierfür nicht beweisend: eine Abstreifung der Dotterhaut habe ich allerdings nicht wahrgenommen. Die meisten Ektodermzellen enthalten im Plasma Tropfen des charakteristischen chlorophyllgrünen Pigmentes.

Das Mesoderm, welches anfangs nur von geringer Mächtigkeit und aus durchwegs gleichartigen, indifferenten Zellen zusammengesetzt war, hat sich jetzt erheblich verändert. Seine splanchnische Platte ¹⁾ allein ist dünn geblieben, während die somatische an beiden Seiten zu dicken Strängen angeschwollen ist, welche in der Mitte am Rücken wie am Bauche durch dünnere Zwischenstücke zusammenhängen. Beide Stränge bestehen ursprünglich aus gleichartigen Zellen; doch tritt schon sehr bald eine Differenzirung darin auf, als deren Resultat die Ausbildung einer äusseren Ring- und einer inneren Längsmuskelschicht in den oberflächlichsten Lagen und eines schwammigen Maschenwerkes mit darin liegenden indifferenten Zellen in den tieferen Theilen erscheint.

Damit ist das geschlechtlich indifferente Stadium der Larve fertig. Dieselbe erscheint also als ein chlorophyllgrünes, an der ganzen Oberfläche wimperndes, etwas abgeplattetes, wurmförmiges Thierchen, welches durch zwei Wimperbänder in drei Abschnitte getheilt ist, von denen der vordere zwei grosse Pigmentflecke (Augen) trägt. Der Darm ist ein allseitig geschlossener, Oeltropfen enthaltender Sack, an dessen ventraler Seite sich als ein hohler, zapfenförmiger Anhang die Anlage des Oesophagus findet. Zwischen Ektoderm und Endoderm liegt das Mesoderm, welches in dem die Augen tragenden Kopfabschnitte eine compacte Masse blasiger Zellen darstellt, während es im übrigen Körper in eine dünne, dem Darm eng anliegende splanchnische und in eine bereits weiter

1) Wegen der Ausdrücke »splanchnische« und »somatische Platte«, welche ich als kürzer und bezeichnender den Ausdrücken »Darmfaserplatte« und »Hautfaserplatte« vorziehe, siehe N. KLEINENBERG, »Sullo sviluppo del Lumbricus trapezoides« (Napoli, 1878), p. 32.

differenzirte somatische Platte zerfällt, in welcher letzterer man Muskelfasern, ein schwammiges Maschenwerk und in dieses eingestreute indifferente Zellen unterscheidet.

Die im Vorstehenden geschilderten Larven stammen sämmtlich von den aus Triest erhaltenen und möglicher Weise von einigen an den Sirenenfelsen (Li Galli) im Golf von Salerno gefangenen Weibchen her. In einem andern Bassin hielt ich eine Anzahl kleiner Bonellien, welche sich in den Hohlräumen von Kalkalgen (Melobesien) von der Secca di Benta Palummo gefunden hatten. Ich hatte den Thieren, die mir ihrer geringen Grösse wegen unbequem gewesen waren, nur wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Am 31. Mai aber fand ich an der Oberfläche des Wassers in diesem Behälter einige Larven (Taf. X, Fig. 10 u. 11), die mein Interesse sogleich in hohem Maasse in Anspruch nahmen. Es konnte kein Zweifel bestehen, dass es gleichfalls *Bonellia*-Larven seien. Das grüne Pigment, die beiden Wimperschntüre, die Oelmassen im Darm sowie der gesammte Habitus charakterisirte dieselben deutlich genug als solche. Allein allen Exemplaren — ich fand deren im Ganzen einige dreissig — fehlten die Augen, und andererseits besaßen sie sämmtlich an der Bauchseite, hinter dem vordern Wimperband, einen deutlichen Saugnapf, der im vordern Theil einer etwas eingezogenen, völlig pigmentfreien ovalen Fläche lag. In allen Dimensionen waren die Thierchen kaum halb so gross wie die vorher beschriebenen Larven. Es ist mir nicht gelungen die Metamorphose derselben zu beobachten oder auch nur zu constatiren. Auch über ihren Bau kann ich nur wenig angeben, da die Kleinheit des Objectes die Untersuchung etwas erschwerte, und ferner die besterhaltenen Präparate erheblich überfärbt worden sind, so dass mir manches Detail verdeckt wurde. Im Ganzen stimmt jedenfalls die Organisation völlig mit derjenigen der grossen, augentragenden und saugnapflosen Form überein. Leicht ist das Nervensystem mit Bauchstrang und weitem Schlundring zu constatiren. Auch Anlagen von Segmentorganen oder von Haken glaube ich erkannt zu haben. Das für die Form eigenthümliche Organ, der Saugnapf, ist ein ausschliesslich epidermoidales Gebilde (Taf. XII, Fig. 18). Das an der pigmentlosen concaven Einziehung der Bauchfläche sehr niedrige Ectoderm erhebt sich fast unvermittelt zu einem im Flächenschnitt kreisrunden, im Quer- oder Längsschnitt fast quadratischen Zapfen, dessen Mitte aus langen, sehr begierig das zur Färbung verwendete Hämatoxylin aufnehmenden Drüsenzellen gebildet wird. Die Zellen des Saugnapfes schienen mir unbewimpert.

Wir werden auf diese Larvenform und ihre Abstammung weiter unten zurückkommen. Ich habe sie nur dies einzige Mal beobachtet.

Die Verwandlung.

Das Weibchen.

Die ersten Vorgänge, welche auf die bevorstehende Verwandlung hinweisen, spielen sich an den indifferenten Zellen ab, welche in dem Maschengewebe der seitlichen Mesodermstränge liegen (Taf. XI, Fig. 9). Viele von denselben erhalten schärfere Contouren, beziehungsweise eine erkennbare Membran, und zeichnen sich ferner durch ihr starkes Imbibitionsvermögen für Farbstoffe, namentlich für Hämatoxylin aus, das sowohl Kerne wie Plasma sehr intensiv färbt. Andere Zellen blähen sich bedeutend auf, während ihr Kern an die Wand rückt, und erscheinen dann oftmals wie Lücken im Gewebe; erst die Beobachtung auf einem etwas ältern Stadium lässt sie in ihrem eigentlichen Wesen erkennen. In dem zwischen diesen Zellen hindurchziehenden Maschenwerk zeichnen sich in der Regel einzelne Züge durch besondere Kräftigkeit wie geradlinigen Verlauf aus und sind wol als contractile Elemente, als dorsoventrale resp. schräge Muskelfasern aufzufassen.

Wenn schliesslich diese Umwandlung alle Zellen, welche das Maschenwerk umschliesst, ergriffen hat, tritt eine Flüssigkeit im Körperinnern auf, veranlasst ein starkes Aufblähen des Körpers, und bald schwimmen in dieser die sämmtlichen runden Mesodermzellen, grossentheils zu unregelmässigen Häufchen zusammengeballt, umher, während die Fasern des Maschenwerkes theils zerreißen, theils als Aufhängebänder des Darmes zwischen diesem und der Körperwand sich ausspannen. Aus der »parenchymatösen« Larve ist plötzlich ein blasenförmiger Wurm mit geräumiger Leibeshöhle geworden (Taf. X, Fig. 8, Taf. XI, Fig. 11), in deren Flüssigkeit die Mesodermelemente von den peristaltischen Contractionen der Körperwand stürmisch umhergetrieben werden. Woher aber stammt diese Flüssigkeit? Eine sichere Antwort vermag ich auf diese Frage nicht zu geben, doch kann ich eine Vermuthung aussprechen, welche mir plausibel erscheint. Ungefähr um die Zeit, wo die Umwandlung der indifferenten Zellen der Mesodermstränge sich vollendet, legt sich das Hinterende des Darmes an das Ectoderm an, und zwar nicht genau am Hinterende des Körpers, sondern an einer etwas ventral gelegenen Stelle, und beide Blätter verschmelzen hier, um den After zu bilden. In der Nähe dieses Verlöthungspunktes entstehen nun, wie mir schien als Ausstülpungen des hintersten Darmabschnittes, zwei anfangs gegen die Leibeshöhle geschlossene Blasen, eine rechts und eine links, und diese Blasen, die Analblasen, brechen dann an ihrer innern Spitze durch und stellen da-

mit die Communication zwischen dem Leibesinnern und dem umgebenden Seewasser her. Die Flüssigkeit, welche die Leibeshöhle des jungen Wurmes erfüllt, halte ich für wesentlich nichts Anderes, als durch diese Anallblasen aufgenommenes Seewasser.

Von der in Obigem geschilderten Lockerung des Mesoderms und seinem Zerfall in einzelne, in einer Leibeshöhle frei umherschwimmende Zellenhäufchen ist indessen ein Theil ausgeschlossen, der ganze Kopfabschnitt des Körpers. Aus dem Kopfabschnitt der Larve geht nämlich dasjenige Gebilde hervor, welches bei der erwachsenen *Bonellia* der »Kopflappen« heissen mag¹⁾. Allem Anscheine nach geht sogar ein im Kopfabschnitt der Larve gelegener Hohlraum, nämlich der vorderste Theil des Darmes, der vor der Oesophagusanlage sich befindet, bei der Metamorphose zu Grunde. In dem Stadium, von welchem der in Fig. 11 Taf. XI abgebildete mediane Längsschnitt entnommen ist, erkennt man diesen Abschnitt noch deutlich: er ragt um ein erhebliches Stück über den bereits mit freier Mundöffnung versehenen Oesophagus (*o*) hinaus nach vorn. Bei etwas älteren Thieren jedoch bildet der Mund den vordersten Punkt des Darmes, während andererseits der Kopflappen keine Spur vom Darm mehr enthält, sondern, abgesehen von den ihn durchziehenden Gefässen, ganz solid ist. Ob dieses Stück des Darmes resorbirt wird oder etwa zur Bildung anderer Theile verwandt oder einfach nach hinten zurückgezogen wird, weiss ich nicht. Ebenso wenig kann ich Beobachtungen mittheilen über die Entstehung der Gefässe des Kopflappens. An lebenden Thieren erkennt man schon früh, wie die Köporehen der Leibeshöhle, welche auch die Gefässe erfüllen, sich auch im Kopflappen bewegen, und zwar unterscheidet man bald drei Bahnen, zwei seitliche und eine mittlere, welche ohne Zweifel den schon von LACAZE-DUTHIERS richtig beschriebenen drei Gefässen des Kopflappens der ausgebildeten *Bonellia* entsprechen. Neben den seitlichen Gefässen verlaufen die Aeste des Schlundringes, welche sich dann wie bei der Larve vorn bogenförmig schliessen, ohne ein besonderes Ganglion zu bilden; vielmehr sind die zelligen Elemente darin nur spärlich vertreten.

1) Ich glaube, die sonst übliche Bezeichnung »Rüssel«, so treffend sie in functioneller Hinsicht auch bei *Bonellia* ist, verwerfen und durch den einen bestimmten morphologischen Begriff deckenden Ausdruck »Kopflappen« ersetzen zu müssen, nicht nur, weil man als »Rüssel« überhaupt so mannichfache, ganz heterogene Begriffe bezeichnet, sondern namentlich, weil nicht einmal die in den beiden Hauptgruppen der Gephyreen, den *Sipunculiden* und den *Echiuriden*, Rüssel genannten Theile gleichwerthig sind. Dagegen entspricht der früher sogenannte »Rüssel« der *Echiuriden* ganz genau dem Begriffe des »Kopflappens«, wie er für die dorsale Verlängerung des ersten Kopfsegmentes bei den Anneliden gebräuchlich ist.

Die Augen sind noch unverändert wie bei der Larve erhalten. Das zarte Netzwerk, welches ausser dem Darm und dem Schlundringe den Kopfabschnitt der Larve erfüllte, hat sich wesentlich in seiner Gestalt erhalten und erweist sich nun deutlich als die Anlage jenes wunderbar contractilen Parenchyms des Kopflappens, welches demselben im ausgebildeten Zustande eine Ausdehnung auf mehr als 1 Meter Länge gestattet. Wir werden dies Gewebe also als ein Netzwerk dicht verfiltrter, nach allen Richtungen verlaufender Muskelfasern charakterisiren können.

Die Gefässe des Kopflappens gehen in die Gefässe des Körpers über. Von diesen erkennt man schon sehr früh das über dem Nervenstrange verlaufende Bauchgefäss, von dem in der Nähe der sogleich zu erwähnenden Bauchhaken ein Gefäss entspringt, welches zum Darne hinzieht. Weiter sieht man deutlich ein Gefäss vom Darm gegen den Kopflappen hin ziehen. Den Inhalt dieser Gefässe bilden ausser einer klaren, farblosen Flüssigkeit Zellen, welche genau denen der Leibeshöhle entsprechen und offenbar mit diesen identisch sind. Denn oftmals trifft man die Gefässe strotzend angefüllt mit solchen Zellen, während die Leibeshöhle arm daran ist, und bald darauf ist im gesammten Gefässsystem desselben Thieres kaum eine Zelle zu entdecken, wohingegen es dann in der Leibeshöhle davon wimmelt. Es besteht offenbar eine Communication zwischen den Gefässen und der Leibeshöhle. Die jungen Bonellien müssen eben nach der Metamorphose ein recht geeignetes Object bilden, diese Frage zu beantworten: mir standen sie leider nicht in hinreichender Menge zu Gebote, um dies zu erreichen¹⁾. Die Gefässe der Leibeshöhle sind als Duplicaturen des dieselbe ankleidenden Peritoneums aufzufassen, und in diesem Lichte wird uns dann auch ihr

1) GREEFF giebt zwar ausdrücklich an, bei der erwachsenen *Bonellia* »communicirt das Blutgefässsystem auf der Spitze des Rüssels mit der Leibeshöhle«; allein ich vermag in seiner Beschreibung des specielleren Verhaltens dieser Communication nur die Schilderung zweier im Gegentheil völlig getrennten Systeme von Hohlräumen zu erkennen. Ich lasse seine Darstellung wörtlich folgen:

»Ueber dem Bauchnervenstrang liegen zwei Gefässe, das eine, ihn nach oben direct umhüllend (Nervengefäss), steht mit der Leibeshöhle in Verbindung oder kann vielmehr als ein canalartiger Theil derselben angesehen werden. Das andere liegt gerade über dem Nervengefäss und ist der mediane Bauchstamm des Blutgefässsystems«. (Arch. f. Naturgesch. 1877. Bd. I. S. 345.) und ferner:

»Sodann aber communicirt das Blutgefässsystem auf der Spitze des Rüssels noch mit der Leibeshöhle. An Querschnitten durch den Rüssel sieht man constant an den Rändern desselben statt eines Gefässlumens deren zwei dicht neben einander liegen, von denen in der Regel das eine etwas weiter als das andere ist. Das

eigenthümliches Verhalten zum Darmperitoneum verständlich. Letzteres umschliesst nämlich den Darm als ein ziemlich erweiterbares Rohr, und in den Hohlraum dieses Rohres mündet das oben erwähnte vom Bauchgefäss zum Darne ziehende Gefäss. Nicht selten füllt sich dies Rohr dicht mit Zellen der Leibeshöhle, und ich darf das Verhalten demnach in der Form darstellen, dass der Darm — nur der Oesophagus ist davon ausgenommen — in einem Gefässe liegt. Ob dies während des ganzen Lebens für den ganzen Darm gilt, ist zweifelhaft; jedenfalls ist die von LACAZE-DUTHIERS (a. a. O. pl. 4, Fig. 3, y) beschriebene sackförmige Erweiterung des Gefässes, welche dem Darm anliegt und ihn eine Strecke weit umschliesst, wohl als ein Rest dieses Darmgefässes zu bezeichnen.

Der Darm verhält sich sehr einfach. Nachdem die hohle zapfenförmige Oesophagusanlage sich mit der Epidermis verlöthet hat, bricht bald die Mundöffnung durch. Da indessen schon vorher das vordere Wimperband zu Grunde geht, so lässt sich nicht direct constatiren, ob der Durchbruch vor oder hinter diesem erfolgt; nach der Analogie indessen mit dem Verhalten bei der von SALENSKY beobachteten *Echiurus*-Larve¹⁾ sowie bei andern Würmern zu schliessen, dürfte das Letztere der Fall sein. Aus der ursprünglichen Anlage des Oesophagus geht allem Anscheine nach nur ein sehr kurzer Abschnitt des Darmes hervor. Ein darauf folgendes Stück, welches sich sehr bald zu einer Schlinge zusammensetzt, möchte ich von dem ursprünglich im Kopfabschnitte der Larve gelegenen Darmtheile herleiten, dann aber als einen accessori-schen Theil des Oesophagus betrachten, während mir die vordere Grenze des Magens oder Mitteldarmes durch den Ansatz des aufsteigenden Gefässes bezeichnet erscheint: der dahinter folgende Abschnitt des Darmes nämlich erweist sich dadurch, dass er das jetzt meistens zu einem einzigen Tropfen zusammengeflossene Oel enthält und aufzehrt, als der eigentlich verdauende. In seiner Wandung findet man gelbe Tröpfchen und kleine Concremente, wie auch schon bei der Larve. Der letzte Abschnitt, der mit dem After ausgehende Enddarm, ist bedeutend dünner als der Magen und enthält anfangs nur ein äusserst enges Lumen. An

engere ist ein Blutgefäss, das mit dem der andern Seite sich vereinigend in den Bauchgefässstamm übergeht, das andere ist ein Leibeshöhlecanal, der ebenfalls mit dem andern Seitencanal sich vereinigt und in das mit der Leibeshöhle in Verbindung stehende Nervengefäss des Bauchstranges mündet. (Ebenda, S. 346.)

1) »Ueber die Metamorphose des *Echiurus*«. — Morpholog. Jahrb. Bd. II. 1876.

seinem Hinterende befinden sich die bereits oben erwähnten Analblasen. Anfangs erscheinen sie als kleine, fast kuglige Knöpfchen, nehmen indessen bald die Gestalt gedrungener Flaschen mit kurzem Halse an, an dessen Spitze man eine Oeffnung wahrnimmt. Den feineren Bau habe ich nicht genau zu erkennen vermocht, doch kann ich angeben, dass sie aus zwei Zellenschichten (Taf. XI, Fig. 21) bestehen, von denen die äussere dem Peritonealüberzuge angehört. Wimperung habe ich nicht wahrgenommen, will jedoch darauf kein Gewicht legen, da ich den Organen im lebenden Zustande nicht viel Aufmerksamkeit habe widmen können.

Wenden wir uns nun zur Leibeswand, und zwar zunächst zur Epidermis. Dieselbe hat überall, mit Ausnahme der ventralen Fläche des Kopflappens, welche mit dichten, kurzen Wimpern besetzt bleibt, ihre Bewimperung verloren. Von den Wimperbändern verschwindet wohl immer erst das hintere (Taf. X, Fig. 5), dann das vordere. Die Aufblähung des Körpers durch die Aufnahme der Leibesflüssigkeit hat ferner eine Abplattung der Epidermis zur Folge gehabt. Nur am Kopflappen bleibt dieselbe dauernd ein Cylinderepithel. Am übrigen Körper (Taf. XI, Fig. 10) sind die Zellen niedrig geworden, ihre Grenzen undeutlich, und Ansammlungen etwas grösserer Zellen zu rundlichen Häufchen, den Anlagen der Hautdrüsen, bedingen eine gelinde Rauhhigkeit oder Unebenheit der Oberfläche, welche sich namentlich auf dem Schnitte geltend macht. Zerstreut findet man noch immer die von einer grossen Vacuole ganz erfüllten Schleimzellen bald mehr nach innen, bald mehr nach aussen vorspringend. Das Verhalten des chlorophyllfarbenen Pigments ist das gleiche wie bei der Larve geblieben.

Auf die Epidermis folgt die Muskulatur. Sie ist zunächst eine äusserst dünne Schicht, in der man Fasern von dreierlei Richtung erkennt, circulär, longitudinal und schräg verlaufende. Welche von diesen aussen, welche innen liegen, ist anfangs schwer zu unterscheiden, doch stellt sich bald heraus, dass die ringförmigen Züge peripherisch liegen, die schrägen innen, und zwischen beiden die longitudinalen ¹⁾. Am Rande der etwas abgeplatteten Fasern befinden sich hie und da elliptische Kerne; sonst kann ich über die Structur dieser jüngsten Muskelfasern wenig angeben, wie mir auch ihre Entstehung unbekannt geblieben ist.

Die Muskulatur ist dann nach innen von einem zarten Peritoneum

1) Nach GREEFF besässe die ausgebildete *Bonellia* eine äussere und eine innere Schicht von Ringmuskelfasern. Diese Angabe beruht auf einem Irrthum und ist dem im Text geschilderten Verhalten der Muskulatur bei jungen Thieren entsprechend zu berichtigen. Man überzeugt sich davon sehr leicht an jedem beliebigen ausgeschnittenen Hautstückchen.

bedeckt, von dessen zelligen Elementen man nur die länglichen Kerne erkennt. Im Anfange der Metamorphose haften ausserdem noch zahlreiche Zellenhäufchen daran, welche sich später ablösen, um in der Leibesflüssigkeit umherzuschwimmen.

An der ventralen Seite, etwas hinter dem Munde, finden sich jederseits neben dem Nervenstrange (Taf. X, Fig. 9) zwei Organe von hervorragender Bedeutung für die Organisation der *Echiuriden*. Das hintere Paar besteht aus den zwei Borsten, welche ja von der erwachsenen *Bonellia* allgemein bekannt sind. Jede Borste liegt in einem zelligen Sacke (Taf. XI, Fig. 18), der dieselben eng umschliesst und als Matrix derselben zu betrachten ist, da die Borste als ein Cuticularegebilde von chitinartiger Beschaffenheit erscheint. Ob die zellige Scheide durch eine Einstülpung des Ektoderms entsteht oder aber sich im Mesoderm unabhängig anlegt, habe ich nicht beobachten können. In den Stadien, welche mir zu Gesicht gekommen sind, ging sie ununterbrochen in die Epidermis über. Schon früh setzen sich Muskeln in verschiedener Richtung an diese Borstentaschen an.

Vor den Borsten, zwischen diesen und der Mundöffnung, findet sich ein Paar äusserst zarter, sowohl am lebenden wie am conservirten Thiere schwer sichtbarer Schläuche (Taf. XI, Fig. 17), deren Bau mir nicht ganz klar geworden ist. Es sind frei in die Leibeshöhle hineinragende Canäle mit dünner Wandung, in welcher man ein Epithel und einen Peritonealüberzug unterscheidet, und engem, jedoch deutlichem Lumen. Ob sich eine innere Oeffnung an dem etwas nach hinten gelegenen freien Ende befindet, konnte ich ebensowenig entscheiden, wie ich mit Deutlichkeit eine äussere Mündung am entgegengesetzten Ende wahrzunehmen vermochte. Wimperung sah ich nicht. Ueber die Natur dieser Organe dürfte indessen kaum ein Zweifel bestehen: wir werden sie als Excretionsorgane in Anspruch nehmen müssen, indessen nicht als die bleibenden, welche bei den *Echiuriden* hinter den Borsten liegen, sondern als provisorische, als primitive Segmentalorgane¹⁾. Sie gehen früh wieder zu Grunde, so dass

1) Als Homologon der bleibenden Segmentalorgane darf man meines Erachtens bei *Bonellia* nur den sog. »Uterus« betrachten. Derselbe stimmt mit den beiden Segmentalorganen von *Thalassema gigas* sowie mit dem vorderen Paar der 4 resp. 6 Segmentalorgane von *Echiurus* und anderen *Thalassema*-Arten so vollkommen überein, dass der morphologischen Vergleichung mit diesen nicht die geringsten Bedenken entgegenstehen. Dagegen scheint es mir unstatthaft, die Analblasen — welche ja dessen unbeschadet auch Excretionsorgane sein können — als Segmentalorgane zu deuten, wie es gelegentlich in Lehrbüchern und augenscheinlich auch von SELENKA (Zool. Anz. 1878. No. 6) geschieht.

In gleicher Lage wie die oben geschilderten provisorischen Segmentalorgane

ich schon bei den jüngsten *Bonellien*, welche ich frei fand, keine Spur mehr von ihnen entdecken konnte. Dagegen vermisst man an eben verwandelten Thieren noch die bleibenden Segmentalorgane. Ueber die Entstehung dieser habe ich nichts beobachtet.

Es bleiben uns nun noch die Körperchen der Leibesflüssigkeit (Taf. XI, Fig. 22) und die Geschlechtsorgane zu besprechen. Die ersteren bilden Häufchen von mehreren Zellen, unter denen man zwei Formen unterscheidet, eine grössere blasig aufgetriebene und eine kleinere, mehr compact erscheinende; die erstere nimmt begierig Farbstoff auf, die letztere nur in ihrem Kerne. Ich halte indessen den Unterschied nur für einen durch verschiedenes Alter bedingten, d. h. die kleinen dichten Zellen für die Jugendstadien der grossen, blasigen. Später lösen sich diese Zellenhäufchen in ihre Bestandtheile auf, und man findet dann auch im Blute der erwachsenen *Bonellien* Körperchen von verschiedener Grösse.

Die ersten Anfänge der Geschlechtsorgane — es ist bekanntlich bei *Bonellia* immer das Ovarium — erkennt man schon sehr früh. Betrachtet man den hinteren Abschnitt des ventralen Gefässes (Taf. XI, Fig. 19 und 20), so erblickt man unter den Zellen, welche dasselbe bedecken, einzelne, welche sich durch ihre Grösse und namentlich die ihrer runden Kerne auszeichnen. Sie stimmen in der That bereits vollkommen mit denjenigen Zellen überein, welche wir beim erwachsenen Thiere als Ureier kennen gelernt haben.

Nach der Verwandlung habe ich die Thiere nur noch kurze Zeit am Leben erhalten können. Die Umgestaltungen, welche sie während derselben erfahren haben, beschränken sich beinahe ausschliesslich auf das Auswachsen des Kopflappens. Derselbe streckt sich allmählich mehr und mehr, während sich seine wimpernde ventrale Fläche einsenkt: er erhält dadurch die löffelartige Gestalt, wie sie den Kopflappen des *Echiurus* auszeichnet (Taf. X, Fig. 7). Bei dem ältesten Thier, welches ich gezogen habe (Fig. 9) konnte man dann eben die ersten Spuren der spätern Gabelung des Vorderendes wahrnehmen; dieselben gaben sich in einer schwachen Vorwölbung des Randes des Kopflappens zu erkennen, deren Gipfel durch die Augenflecken bezeichnet war. Diese Beobachtung veranlasste mich, bei der erwachsenen *Bonellia*, an den Enden der Aeste des Kopflappens nach Augenflecken zu suchen; allein Alles, was ich fand, war eine etwas dick-

der *Bonellia* finden sich ähnliche, doch etwas complicirter gestaltete Organe bei den von SALENSKY beschriebenen *Echiurus*-Larven, welche ich im Frühjahr 1875 wiederholt untersuchte, und über deren Bau ich gelegentlich Näheres mitzutheilen gedenke.

tere Anhäufung des grünen Pigmentes: der eigentliche Augenfleck war verschwunden. Die inneren Organe veränderten sich indessen wenig: die Bauchborsten hatten sich verlängert und schauten jetzt mit der Spitze aus ihrer Tasche und aus der Epidermis hervor. Die Analblasen waren gleichfalls etwas grösser und dabei schlanker geworden. Im Darm war das Oel stark im Schwinden und die völlige Aufzehrung desselben hatte augenscheinlich den Tod zur Folge, da die Thierchen in meinen Aquarien nicht die geeignete Nahrung fanden.

3. Das Männchen.

Die Frage nach den Geschlechtsverhältnissen der *Bonellia* ist erst in jüngster Zeit einer befriedigenden Antwort genähert worden. SCHMARDA¹⁾ betrachtete bekanntlich, da er den Trichter des Eibehälters für einen Hoden hielt, die *Bonellia* als Zwitter. LACAZE-DUTHIERS²⁾ dagegen, welcher das Wesen des Trichters richtig erkannte, fand alle von ihm untersuchten *Bonellien* ausschliesslich weiblich. Dieselbe Erfahrung machte KOWALEVSKY³⁾, bis er im Jahre 1868 im ausführenden Abschnitte des Eibehälters eine Anzahl kleiner planarienähnlicher Schmarotzer fand, die sich ihrerseits sämmtlich als männlich erwiesen. Der längliche Körper war mit einem Wimperepithel bedeckt, unter dem eine Längsmuskelschicht und eine körnige Lage mit unregelmässig vertheilten Kernen sich befand. Letztere umschloss eine ziemlich geräumige und scharf begrenzte Leibeshöhle, in welcher der mit einer Mundöffnung versehene, aber des Afters entbehrende Darmcanal, ein schlauchförmiger Samenbehälter und flottirende Samenballen in verschiedenen Entwicklungsstadien lagen. Der Samenbehälter besass an seinem innern freien Ende eine trichterförmige wimpernde Oeffnung.

In den Vorbemerkungen zu einer französischen Uebersetzung von KOWALEVSKYS Aufsatz werden diese Funde von CATTI und MARION bestätigt und eine Beobachtung des Letztern über die Existenz von zwei Haken hinter der Mundöffnung bei den Schmarotzern einer kleinen Varietät der *Bonellia* aus Marseilles mitgetheilt.

Im Jahr 1877 untersuchte VEJDOVSKÝ den Bau der planarienähn-

1) SCHMARDA, a. a. O.

2) LACAZE-DUTHIERS, a. a. O.

3) A. KOWALEVSKY in Schriften der naturf. Gesellschaft zu Kiew, Bd. V. Französische Uebersetzung u. d. T.: »Du mâle planariforme de la Bonélie« von J. D. CATTI in Revue des Sciences Naturelles, publ. par E. DUBRUEIL T. IV. 1875. No. 3. p. 313—319. pl. VII.

lichen Schmarotzer aufs Neue und entdeckte namentlich den bisher übersehenen Bauchstrang des Nervensystems. Auf die Einzelheiten seiner eine histologische Zerlegung aller Organe umfassenden Darstellung werden wir unten einzugehen haben. Dieser Abhandlung sind einige Holzschnitte beigelegt, welche die von MARION gefundene Form des Männchens darstellen.

Endlich hat auch SELENKA¹⁾ den Bau dieser Thierchen eingehend untersucht und eine vorläufige Mittheilung darüber veröffentlicht, in welcher er namentlich über die Entdeckung zweier unteren Schlundganglien und eines weiten Schlundringes sowie eines Paares von Segmentorganen berichtet, während er die Existenz des von seinen Vorgängern beschriebenen Mundes bestreitet.

Beide Beobachter, VEJDOVSKÝ wie SELENKA, finden in der Anatomie dieser Schmarotzer eine Bestätigung der KOWALEVSKY'schen Ansicht, dass es die Männchen der *Bonellia* seien, während GREEFF²⁾, ohne eigene neue Beobachtungen mitzutheilen, die Angaben KOWALEVSKYS für nicht genügend zum Beweise erachtet und die künstliche Befruchtung oder den Nachweis des genetischen Zusammenhanges verlangt.

Da ich im Besitz zahlreicher Larven war, so durfte ich hoffen, die letztere Art des Beweises antreten zu können.

Die Metamorphose der männlichen Larven.

Schon nach wenigen Tagen hörten die Verwandlungen der Larven in kleine *Bonellien* auf, obwohl noch mehrere Hundert am Leben waren. Ueber zwei Wochen hindurch untersuchte ich täglich eine Anzahl derselben, ohne indessen erhebliche Veränderungen wahrnehmen zu können. Erst die zweite Brut brachte mir den Aufschluss. Als ich die Eier dieser zweiten Brut aus dem Aquarium herausnahm, um sie isolirt zu züchten, muss ein Häufchen Eier zurückgeblieben sein; wenigstens fand ich am 4. Juni an der Oberfläche des Wassers eine Anzahl Larven, in demselben Stadium, in welchem ich dieselben auch das erste Mal angetroffen hatte, also längliche Thierchen mit 2 Wimperschnüren. Ich liess die Mehrzahl im Aquarium zurück, und als ich nun einige Zeit später wieder den Behälter durchmusterte, fielen mir am Rüssel eines

1) SELENKA, Das Männchen der *Bonellia*. — Zoolog. Anzeiger, Jahrg. 1875. No. 6. S. 120—121.

2) GREEFF, »Ueber den Bau und die Entwicklung der Echiuren«. — Arb. Sitzungsber. 1877; Arch. f. Naturgesch. Jahrg. 43, 1877, Bd. I. S. 351.

der ausgewachsenen Weibchen ein paar grünliche Schuppen auf. Bei meinem Versuche, eine derselben abzulösen, um sie näher zu betrachten, zog sich der Rüssel rasch zurück, ohne dass ich meinen Zweck erreicht hätte. Bald aber entdeckte ich auch an den Rüsseln einiger anderen Weibchen solche Schüppchen und beschloss deshalb, wenigstens eine gewaltsam loszulösen. Der Zusammenhang war ein sehr inniger, so dass ein Stückchen von der Epidermis des Rüssels eingebüsst wurde. Trotzdem erwies sich meine Vermuthung, dass diese Schüppchen nichts anderes sein würden als Larven, welche sich am Rüssel festgesetzt hätten, als vollkommen richtig. Diese scheinbaren Schüppchen entpuppten sich als längliche Würmchen mit grün pigmentirter Epidermis, zwei Augen am Vorderende, einem ölartigen Darminhalte, kurz als *Bonellia*-Larven, welche sich von den freischwimmenden nur durch den Mangel der Wimperschnüre unterschieden. Dass in der That die Larven sich in dieser Weise am Rüssel der ausgewachsenen Weibchen befestigen, zeigte sich, sobald ich eine Anzahl der noch von der ersten Brut übrig gebliebenen Larven zu einem Weibchen setzte. Während die Larven sonst ziemlich unstät umher schwammen oder am Boden des Gefässes umherkrochen und dabei vor jedem harten Gegenstande auswichen, veränderte sich ihr Benehmen, sobald sie in die Nähe des Rüssels gelangten. Sobald sie ihn berührt hatten, krochen sie an ihm empor, meistens in die wimpernde Rinne desselben hinein, bewegten sich kurze Zeit darauf hin und her und begaben sich dann zur Ruhe, und zwar veränderten sie den einmal eingenommenen Platz so wenig, dass ich sie meistens einige Tage später noch an derselben Stelle fand. Wenn sich die Larven in der Freiheit ebenso verhalten, wie es meine Larven in der Gefangenschaft thaten, so war natürlich zu erwarten, dass sich auch an dem Rüssel frisch gefangener *Bonellien* oder an denen conservirter Exemplare solche angeheftete Larven finden würden, und so war es denn auch. Frisch gefangene Thiere hatte ich nicht mehr, aber als ich die Rüssel meiner conservirten *Bonellien* sorgfältig betrachtete, fand ich bald, was ich suchte, hier eine Larve, dort zwei oder drei, bis hinauf zu neun Exemplaren, sämmtlich in derselben Weise wie die von mir gezüchteten Larven mit dem Vorderkörper fest am Rüssel aufsitzend.

Schon die mikroskopische Untersuchung der ersten Exemplare, welche ich fand, zeigte mir, dass die äusserlich nur durch den Schwund der Wimperschnüre und eine geringe Streckung des Körpers bezeichnete Veränderung mit viel wichtigeren inneren Umbildungen einherging, welche sich als die ersten Schritte zur Verwandlung der Larve

in das Männchen darstellten. Leider ist mir die Verfolgung der feineren Vorgänge bei dieser Verwandlung infolge der ungünstigen Umstände, unter denen ich diesen Theil der Untersuchung anstellte, nur unvollständig gelungen. Einerseits waren von den Larven der ersten Brut nur noch wenige am Leben und für Versuche geeignet, als ich die »Schüppehen« am Rüssel der Weibchen entdeckte; andererseits konnte ich selbst über diese »Schüppehen« nicht einmal frei verfügen, da sie an Weibchen angeheftet waren, welche ihre Eier noch nicht abgelegt hatten. In der Erwartung, dass diese Eierablage geschehen würde, glaubte ich für den Augenblick um so leichter auf diese Untersuchung verzichten und mich mit dem geringen Material begnügen zu können, welches ich an den conservirten Bonellien gefunden hatte, das jedoch begreiflicher Weise nicht alle Stadien der Umbildung umfasste. Leider erfolgte die gehoffte Eierablage nicht — wie sich später herausstellte, infolge des Mangels reifer Männchen im Uterus. Auf die Ausfüllung der gebliebenen Lücken muss ich aus diesen Gründen gegenwärtig verzichten. Wer über reiches Material an lebenden Bonellien verfügt, wird gerade diese Fragen gewiss nicht schwer beantworten können.

Die ersten Schritte zu dieser Metamorphose waren schon an freischwimmenden Larven zu constatiren und fallen etwa in dieselbe Zeit, zu welcher bei den weiblichen Larven die Verwandlung der indifferenten Mesodermzellen in Blutzellen beginnt. Es sind bei den männlichen Larven eben dieselben Zellen, deren Umgestaltung auf die Richtung der Metamorphose hindeutet. Mitten in dem von ihnen gebildeten dichten Gewebe trifft man einzelne Zellen, welche durch die Schärfe ihrer Begrenzung und durch die Grösse ihrer Kerne als Keimzellen gekennzeichnet sind und in diesen Beziehungen vollkommen mit den jungen Keimen des Ovariums übereinstimmen. Neben diesen Keimzellen finden sich Häufchen von etwas kleineren Zellen mit körnigen Kernen, in denen man oftmals deutlich eine centrale und eine Anzahl peripherischer Zellen unterscheidet (Taf. XII, Fig. 1). Etwas grössere Haufen unterscheiden sich von diesen wesentlich nur durch die etwas bedeutenderen Dimensionen der einzelnen Zellen, sowie die natürlich dadurch bedingte bedeutendere Grösse des Haufens selbst. Dann aber findet unter erheblicher Vermehrung der peripherischen Zellen, welche zu einer einfachen Schicht angordnet bleiben, eine starke Vergrösserung der centralen Zelle statt. Der Kern der Letztern wird meistens blass und sehr undeutlich, in einzelnen Fällen dagegen erkennt man ihn mit voller Klarheit als ein scharf contourirtes Bläschen mit hellem Inhalt und einzelnen Körnchen. Die peripherischen Zellen sind die eigentlichen

Samenbildungszellen. Sie vermehren sich sehr stark und nehmen dabei beständig an Grösse ab. Schliesslich tritt ein Stadium ein, in welchem der bis dahin körnige und kuglige Kern der Zellen homogen, stärker lichtbrechend und länglich wird. Dann lösen sich die etwa bis zu diesem Stadium vorgeschrittenen Ballen aus dem umgebenden Gewebe, das wol theilweise resorbirt wird, los, möglicher Weise zuerst infolge der Bildung der Spermatozoenschwänze, und beginnen dann, sich in dem durch Vereinigung ihrer verschiedenen Bildungsstätten entstandenen Hohlraume umherzubewegen. Dieser Hohlraum ist die Leibeshöhle des Männchens, die also auf genau dieselbe Weise zu Stande kommt wie diejenige des Weibchens, nämlich durch Lösung des Zusammenhanges der Mesodermzellen. Diese Leibeshöhle umgreift den ganzen Darm ringsum, erreicht aber weder vorn noch hinten das Körperende völlig. Ueberhaupt ist sie bei weitem nicht so geräumig wie beim Weibchen, ein Unterschied, der wohl damit zusammenhängen mag, dass es beim Männchen nicht zur Bildung von Analblasen kommt.

Ausser den Ballen von Samenbildungszellen gehen aus dem Mesoderm immer auch beim Männchen einige blasige Zellen mit wandständigem Kern hervor, welche völlig mit den Blutzellen der Weibchen übereinstimmen; sie enthalten wie diese oftmals grüne Tröpfchen, sind auch wol zu grösseren oder kleineren Haufen zusammengefügt und schwimmen neben den Samenballen in der Leibeshöhle umher. Eine erhebliche Anzahl von Zellen aber bleibt im Mesoderm zurück. Ein Theil von ihnen scheint auf einer indifferenten Stufe zurückzubleiben und sich später auf die gleiche Weise wie die früher herangezogenen Genossen an der Samenbildung zu betheiligen. Andere vermehren sich vielleicht, um diese Verluste zu ersetzen. Das Schicksal der Mehrzahl dieser zurückbleibenden Zellen aber scheint zu sein, dass sie blasig werden wie die Blutzellen der weiblichen Larven. Sie werden indessen nicht frei, sondern bleiben an ihren Bildungsstätten liegen, wo sie von anderen Mesodermzellen, welche zu einem feinen Netzwerke verbunden sind, umschlossen werden (Taf. XII, Fig. 2). Diese letztgenannten Zellen sind wol theilweise muskulöser Natur und bilden an manchen Stellen dorsoventrale dissepimentartige Faserzüge, welche so angeordnet sind, dass sie die Leibeshöhle zu beiden Seiten des Darmes in eine Anzahl von offenen Fächern theilen. Den Dissepimenten der Anneliden sind die Züge indessen gewiss ebensowenig specieller zu vergleichen wie die zwischen ihnen liegenden Fächer den Segmenthöhlen derselben. Diese Fächer sind nichts als die Räume, in denen die Ballen von Samenbildungszellen entstanden sind, resp. mehrere zu einem verschmolzene

solche Räume und die Faserzüge die zwischen diesen bleibenden Gewebsreste. Die nach der Loslösung der Samenmassen diese Fächer begrenzenden Mesodermzellen scheinen sich zu einer Art von Peritoneum anzuordnen. Dasselbe dürfte jedoch kaum eine geschlossene Membran sein; jedenfalls bilden sich in vielen Fällen ausserhalb desselben Samenballen aus, welche dann in die Leibeshöhle durchbrechen müssen, während andererseits die Zellen dieses Peritoneums selbst zu Samenbildungszellen heranwachsen können.

Zu diesen Neubildungen kommen Rückbildungen im Vorder- und Hinterkörper hinzu. Im vordersten Körperabschnitt findet eine Verdichtung des früher lockern, blasigen Mesodermgewebes statt. Die Speiseröhrenanlage scheint völlig zu Grunde zu gehen; doch kann ich über diesen Punkt, auf den ich sogleich noch einmal zurückkommen werde, nichts Sicheres aussagen. Jedenfalls kommt es nicht zur Bildung einer Mundöffnung durch einen Durchbruch des Darms nach aussen. Das Gleiche gilt vom After: der hinterste Abschnitt des Larvendarmes scheint mit dem Mesoderm zu verschmelzen oder von demselben verdrängt zu werden.

Hier muss ich meine Angaben über die Entwicklung des Männchens abbrechen, da ich die Entstehung der übrigen Organe nicht habe beobachten können und wende mich nun zur Betrachtung des Baues der Männchen. Doch muss ich einige Bemerkungen über die Wanderungen vorausschicken, welche die jungen Männchen noch ausführen, ehe sie zur Reife gelangen. Am Rüssel der Weibchen bleiben sie nur kurze Zeit. Dann bewegen sie sich am Rüssel entlang in die Nähe der Mundöffnung und gelangen endlich durch diese hindurch in den Oesophagus. Hier hat sie zuerst LACAZE-DUTHIERS gesehen, allerdings ohne ihr Wesen zu erkennen. Er sagt nämlich in seiner mehrfach angezogenen Abhandlung über die *Bonellia*, p. 72: »Un helminthe, que je n'ai pas déterminé, vit en parasite dans le tube digestif de la Bonellie. Il occupe surtout la portion la plus voisine de la bouche. et souvent je l'ai vu entrer, sortir par cette orifice, rester dans les replis de la trompe, mais sans jamais s'éloigner de l'animal qui lui donne asile. Presque toutes les Bonellies présentaient ce parasite, et quelques-unes en grand nombre«. Später hat dann VEJDOVSKÝ, dem diese Bemerkung seines Vorgängers ebenso wie KOWALEVSKY entgangen zu sein scheint, diese Beobachtung wiederholt und in den vermeintlichen Helminthen die Männchen erkannt; doch ist es unrichtig, wenn er angiebt, dass sie im Oesophagus nur ausnahmsweise bei geschlechtsreifen Weibchen anzutreffen seien. Im Gegentheile habe ich sie in

Uebereinstimmung mit LACAZE-DUTHIERS im Oesophagus fast niemals vermisst, auch dann nicht, wenn der Uterus keine enthielt; ich habe im Oesophagus geschlechtsreifer Weibchen, welche in Triest für mich conservirt, also nicht erst in meinen Aquarien ungewöhnlichen Verhältnissen ausgesetzt waren, bis zu 18 Männchen beobachtet. Ferner ist es VEJDOVSKÝ entgangen, dass ein Theil dieser im Oesophagus lebenden Männchen noch nicht völlig ausgebildet ist, sondern z. B. manchmal noch des Samenschlauches entbehrt; ja ich fand Exemplare, in denen die Samenbildungszellen noch nicht frei geworden waren, so dass noch keine Leibeshöhle existirte. Jedenfalls ist der Oesophagus als diejenige Stätte anzusehen, wo die männlichen Larven ihre am Rüssel begonnene Metamorphose fortsetzen und beenden, um dann endlich den Oesophagus wieder zu verlassen und in die Oeffnung des Uterus hineinzukriechen. Wie schon KOWALEVSKY und VEJDOVSKÝ richtig erkannt haben, halten sie sich hier stets in dem vor dem Trichter gelegenen Ausführungsabschnitte auf. Man trifft sie dort oft in beträchtlicher Anzahl: KOWALEVSKY sah nie mehr als sieben und nie weniger als zwei; VEJDOVSKÝ giebt 6—8 als die gewöhnlichsten Zahlen an, was etwa mit meinen Beobachtungen übereinstimmt; doch fand ich in einigen Fällen 10 und mehr.

Die Organisation des Männchens.

Die gröberen anatomischen Verhältnisse der ausgebildeten Männchen sind von den verschiedenen früheren Beobachtern bereits richtig erkannt. Nach den Mittheilungen SELENKAS bleibt mir in dieser Beziehung wenig Neues mehr hinzuzufügen. Dagegen gehen meine Beobachtungen über den feineren Bau der Organe in manchen Punkten weiter, und ich muss daher dieselben nach einander eingehend schildern.

Ich beginne mit der Epidermis. Dieselbe besteht, wie schon alle früheren Beobachter richtig erkannt haben, aus einem ziemlich hohen Wimperepithel, doch ist dasselbe merklich complicirter gebaut, als es VEJDOVSKÝ angiebt, dem zufolge dasselbe »als ein aus sechseckigen Zellen bestehendes Epithel erscheint«. Diese Angabe ist unrichtig, auch wenn wir annehmen, dass der Verfasser statt »sechseckig« hat »sechsseitig« sagen wollen. Der Bau ist nicht überall und nicht bei allen Individuen der gleiche. An manchen Stellen findet man tatsächlich ein sehr regelmässiges, aus lauter gleichartigen Cylinderzellen zusammengesetztes Epithel. In der Regel bietet dieses jedoch ein Bild, wie es in Fig. 7 Taf. XII dargestellt ist: es sind Zellen von

zweierlei Grösse und Gestalt vorhanden, solche mit einem ziemlich kugligen grannlirten Kerne und umfangreichen Zellkörper und kleinere, welche von dem kleinen Kerne fast völlig ausgefüllt werden, während ihr Körper sich sternförmig in den Lücken zwischen den grösseren Zellen ausbreitet. Diese Form des Epithels, welche mit dem Typus der Annelidenhaut übereinstimmt, kann weiter modificirt werden durch das Auftreten von hellen, homogenen Räumen in den grösseren Zellen. Diese Räume sind anfangs auf den peripherischen Theil der Zellen beschränkt, dehnen sich dann aber immer mehr aus, bis sie schliesslich die ganze Zelle ausfüllen und den Kern völlig an die Wand derselben drängen. Es sind ganz die gleichen Bildungen, wie wir sie schon bei den Larven getroffen haben. Wie dort werden wir den homogenen Inhalt dieser Zellen wohl als ein schleimartiges Secret derselben aufzufassen haben. Die Höhe der Epithelzellen schwankt ziemlich bedeutend. VEJDOVSKÝ giebt an, die Seitenränder des Körpers trügen besonders lange Zellen; in manchen Fällen mag dies zutreffen, jedenfalls aber kann es nicht als allgemeine Regel gelten. Die Zellen enthalten verschieden grosse Mengen von grünlichen Pigmenttröpfchen, die Reste des grünen Pigments der Larven. Dies Pigment verleiht dem ganzen Thier eine grünlichgelbe Farbe. Ueber das Epithel zieht eine zusammenhängende, feine structurlose Cuticula hinweg, welche von den Spitzen der Schleimdrüsen durchbrochen wird. Ich muss die Existenz dieser Cuticula trotz der gegentheiligen Angabe SELENKA mit KOWALEVSKY und VEJDOVSKÝ aufrecht erhalten. Auf der Cuticula steht ein ungemein dichtes Kleid von Wimpern, welche im lebenden Zustande beständig schlagen und zur Fortbewegung des Thieres dienen.

Auf die Epidermis folgt die Muskulatur. KOWALEVSKY und VEJDOVSKÝ haben nur eine Lage von Längsmuskeln erkannt. SELENKA erkannte die Muskulatur als »aus bandartigen äusseren Ring- und inneren Längsfasern bestehend«. Ich finde wie beim Weibchen Fasern von dreierlei Richtung (Taf. XII, Fig. 8, und zwar lassen sich in der äusseren Schicht auf Flächenschnitten neben den von SELENKA beobachteten Ringfasern schräg verlaufende, also Spiralfasern erkennen. Alle Muskeln stellen parallel neben einander liegende Bänder dar. Ueber die Ausdehnung der einzelnen Fasern sowie über die Frage, ob jeder Faser ein Kern zukommt, habe ich weder für die Ring- noch für die Spiralfasern zur Klarheit kommen können. Die Längsfasern besitzen dagegen sicher Kerne, welche von einem kleinen Plasmahofe umgeben am Rande der Faser liegen; die Länge der Fasern jedoch sowie die Zahl

der dazu gehörigen Kerne ist mir auch in diesem Falle unbekannt geblieben. Diese drei Muskelschichten sind, abgesehen von der Ausmündung des Samenschlauches (und vermuthlich auch der Segmentalorgane), nicht unterbrochen und umschliessen also sämmtliche übrigen Organe des Körpers. VEJDOVSKÝ'S Angabe, in der Mittellinie der Bauchseite scheine die Muskelschicht unterbrochen zu sein, indem sie den Bauchstrang einschliesse, ist, wie schon SELENKA hervorgehoben hat, unrichtig. Die Wirkungen dieser Muskulatur sind sehr einfach; der Körper kann durch sie sowohl seitwärts wie vorwärts und rückwärts gekrümmt, dann aber auch merklich verkürzt und ein wenig verschmälert werden. Die peristaltisch fortschreitende Contraction der äusseren Schichten hat ein Hin- und Herschwemmen der Leibeshöhle zur Folge.

Die von den Muskeln umschlossene Schicht (Taf. XII, Fig. 2) hat von den verschiedenen Beobachtern eine sehr verschiedene Beschreibung erfahren. KOWALEVSKY nennt sie »eine Schicht von körnigem Aussehen, welche aus einer Masse von unregelmässig angeordneten Kernen mit deren Protoplasma besteht«. VEJDOVSKÝ bezeichnet das entsprechende Gewebe als »eine dicke Lage der Bindesubstanz, welche aus runden, mit hellem, homogenem Inhalte gefüllten Vacuolen und dazwischen zahlreichst zerstreuten Kernen besteht«. SELENKA endlich beschreibt sie als »eine continuirliche Lage von parenchymatösem Bindegewebe. Dieses Bindegewebe besteht aus blasigen Zellen mit zwischengelagerten Kernen; die Zellwandungen sind zum grössten Theil zu Stützplatten umgeformt, welche senkrecht und transversal stehen«. Die letzte im Einzelnen allerdings nicht vollkommen verständliche Angabe kommt dem thatsächlichen Verhalten am nächsten. Das in Rede stehende Gewebe ist dasjenige, welches ich oben als den nach Ausbildung der Muskeln und der Samenelemente übrig bleibenden Rest des Mesoderms bezeichnet und in seiner Structur schon kurz geschildert habe. Seine Grundlage bildet ein Maschenwerk von verästelten Zellen, deren Constituenten man nur an den Kernen noch erkennen kann. In den vorwiegend in dorsoventraler Richtung verlaufenden Faserzügen, welche einen Theil dieses Gewebes ausmachen und durch ihr Vortreten in die Leibeshöhle die Erscheinung von dissepimentartigen Coulißen (Taf. XII, Fig. 17, *d*) hervorrufen, werden wir SELENKA'S »Stützplatten« zu erkennen haben. Die Lücken des Netzwerkes aber sind ausgefüllt von kugligen, blasigen Zellen mit wandständigem Kerne. Nach der Entwicklungsweise dieser Gebilde im Vergleich mit der Entstehung der Blutkörperchen beim Weibchen scheint es mir ziemlich unzweifelhaft, dass dieselben den Blutkörperchen entsprechen, von

denen sie sich nur dadurch unterscheiden, dass sie meistentheils an ihrer Bildungsstätte liegen bleiben. Aber auch von dieser Regel scheinen einzelne dieser Zellen eine Ausnahme zu machen, da man in der Leibeshöhle zwischen den Samenballen, wie oben erwähnt, immer einige den Blutkörperchen der weiblichen Thiere entsprechend gebildete Zellen beobachtet, an deren Herkunft aus diesem blasigen „Bindegewebe“ wol kaum zu zweifeln ist. Eine andere Frage ist es, ob die Bezeichnung dieses Gewebes als Bindegewebe angemessen erscheint; doch scheint es mir im Grunde müssig, darüber hier zu streiten, so lange für den Gebrauch dieses Wortes noch so wenig feste Normen bestehen.

In dieser Körperschicht treten ferner, wie auch bereits oben angedeutet wurde, beständig neue Keimzellen auf; doch vermag ich nicht genauer anzugeben, welchem der Bestandtheile des Gewebes dieselben ihre Entstehung verdanken. Den hervorragendsten Antheil hat jedenfalls die innerste, die Begrenzung der Leibeshöhle bildende Schicht. Ich habe schon oben erwähnt, dass es mir zweifelhaft geblieben ist, ob diese sich als eine besondere Membran, ein Peritoneum, von dem darunter liegenden Gewebe sondert. Manchmal hat es den Anschein, als sei dem wirklich so; doch deutet das Auftreten der gleichen Samenanlagen inmitten des Parenchyms und in dieser innersten Schicht desselben darauf hin, dass die Trennung nicht eigentlich besteht. Ich fasse das Verhältniss so auf, dass von den beiden Schichten, in welche sich ursprünglich das Mesoderm spaltet, die dem Darm anliegende splanchnische Platte dünn und einschichtig bleibt und den Charakter einer Peritonealmembran in allen Theilen beibehält, während die äussere oder somatische Platte diesen Charakter verliert, indem sie sich namentlich an den Seiten des Körpers stark verdickt; ihre äussersten Lagen liefern dann die Muskulatur, die darauf folgenden das Parenchym, während die innerste Schicht sich mehr oder minder vollständig als unabhängige Schicht differenziren mag, die aber, wenn man sie als Peritoneum bezeichnet, nicht dem Peritonealüberzuge des Darmes — welcher der ganzen splanchnischen Platte entspricht — gleichzusetzen ist. Immerhin wird es gestattet sein, die gesammte Auskleidung der Leibeshöhle und der darin liegenden Organe Peritoneum zu nennen.

Dieses Peritoneum nun, wie gesagt, ist der Hauptsitz der Keimzellenbildung, wie schon VEJDOVSKÝ und SELENKA angegeben haben, während KOWALEVSKY denselben in das Parenchym allein verlegt zu haben scheint. VEJDOVSKÝ äussert sich über die Details der Umbildung der ersten Keimzellen zu Samenfäden nicht sehr ausführlich, erläutert sie aber durch sieben Abbildungen (Fig. 12, *a—d*, Fig. 13, *a, b*, Fig. 19). Er

sagt nur: »Die Mutterzellen der Spermatozoen bilden sich am Peritoneum, und nachdem sie einen gewissen Grad der Reife erreicht haben, fallen sie in die Leibeshöhle hinein, um hier die weitere Entwicklung durchzumachen; diese ist dieselbe, wie KOWALEVSKY bei *Lumbricus* beobachtete und die ich bei manchen *Polychaeten* und *Oligochaeten* nachweisen kann. Die reifen Spermatozoen trennen sich von der Mutterzelle und flottiren dann in der Leibeshöhle.«

Ich habe die Grundzüge der Spermatogenese bereits in der Schilderung der Metamorphose der männlichen Larven angegeben und brauche hier, da die Vorgänge auch beim fertigen Männchen die gleichen sind, nur einige Einzelheiten hinzuzufügen. Wir sahen die Samenbildung in den Larven von indifferenten Keimzellen ausgehen, welche mit den Ureiern des Ovariums übereinstimmten. Diese theilten sich genau wie die Ureier und so entstanden Zellenhäufchen, in denen wir bald, ganz wie in den Zellenhäufchen des Eierstocks, eine centrale Zelle und eine einfache Schicht peripherischer Zellen erkannten (Taf. XII, Fig. 14, *a, b*). Diese centrale Zelle kann ebensowenig wie das entsprechende Gebilde der weiblichen Keimdrüsen Anspruch auf die Bezeichnung »Mutterzelle« erheben; sie lässt sich weder als die Erzeugerin der peripherischen Zellen nachweisen, noch steht sie in einer besondern Beziehung zu dem weiteren Schicksal dieser letzteren, welche ihrerseits ausschliesslich zur Bildung der Spermatozoen dienen. Wie im Ovarium nehmen die Centralzellen an Grösse, die peripherischen an Zahl zu; der Kern der Ersteren wird undeutlich und geht vielleicht manchmal völlig zu Grunde (Fig. 14 *c*). Die Kerne der Letzteren dagegen werden mit der Vermehrung der Zellen immer kleiner, strecken sich dann (*d*) und nehmen schliesslich eine durch starkes Lichtbrechungsvermögen bezeichnete Consistenz an: sie sind zu den Köpfen der Spermatozoen geworden, deren Schwänze wol aus dem Plasma der Zellen herkommen. Die Form der Spermatozoen zeigt Fig. 15 auf Taf. XII.

Der Nervensystem der ausgebildeten Männchen ist ungefähr auf der Stufe stehen geblieben, welche es bei der Larve schon bald nach dem Ausschlüpfen aus dem Ei erreicht hatte, ja es erscheint im Vergleich damit sogar etwas rückgebildet. KOWALEVSKY hat das Nervensystem nicht gefunden. VEJDOVSKÝ hat den Bauchstrang oder wenigstens Theile desselben gesehen. Seine Angaben sind unbestimmt und nicht ganz verständlich. Besonders gilt dies von einem im hintern Körperende gelegenen »aus Fasersubstanz bestehenden Strange, von welchem zu beiden Seiten faserige Aeste ausliefen«. SELENKA schildert das Nervensystem als bestehend aus »einem durch eine mediane obere Rinne

in zwei Stränge getheilten, mit Ganglienzellen durchsetzten Bauchmark, zwei »unteren Schlundganglien« und einem weiten Schlundring«.

Die von SELENKA betonte Trennung des Bauchmarkes in zwei Stränge ist unzweifelhaft vorhanden; doch finde ich sie weniger durch eine mediane obere Rinne hervorgerufen — eine solche fehlt oft gänzlich und ist wol überhaupt niemals stark ausgebildet — als vielmehr durch die Anordnung der Zellen: die Hauptmassen derselben durchsetzen nicht den Strang, sondern sind hauptsächlich an den Seiten desselben angehäuft, während in der Mitte einzelne zerstreute Kerne liegen, welche vielleicht nichts als Bindegewebszellen sind. Dieser Bau des Bauchmarkes der Männchen entspricht in seinen groben Zügen durchaus demjenigen des Weibchens. Unzweifelhaft treten zu beiden Seiten Nerven aus dem Bauchstrange aus: es gelang mir aber nicht, dieselben zu beobachten. Die an den Seiten liegenden Ganglienzellen begleiten den Bauchstrang in ununterbrochener Schicht, doch in wechselnder Mächtigkeit: sie rufen durch stellenweise Anhäufung einen welligen Seitencontour des Stranges hervor, so dass derselbe auf den ersten Blick aus einer Reihe auf einander folgender Ganglien zusammengesetzt erscheint; doch sind die Anschwellungen ganz unregelmässig und einander an den beiden Seiten nicht entsprechend. Die beiden vordersten dieser Anschwellungen, welche eben vor der Gabelung des Bauchmarkes in die Schlundringäste liegen, mit SELENKA als besondere »untere Schlundganglien« zu unterscheiden, scheint mir nicht angezeigt. Die Dicke des gesammten Bauchmarkes ist bei verschiedenen Individuen verschieden; bei manchen, und namentlich bei grossen Thieren, ist sie so gering, dass man auf Querschnitten das Organ leicht völlig übersieht, während es bei anderen, namentlich kleineren Exemplaren sehr deutlich ist. Der Schwund dürfte übrigens wol nur ein relativer sein, bedingt durch das fortgesetzte Längenwachsthum des Thieres, nachdem im Wachsthum des Bauchmarkes ein Stillstand eingetreten ist. Das Bauchmark erreicht, wie bei der Larve, das Hinterende des Körpers nicht, ja nicht einmal das der Leibeshöhle, sondern endigt etwas weiter vorn ohne besondere Anschwellung. Von dem von VEJDOVSKÝ beschriebenen und abgebildeten »Faserstrange, von welchem zu beiden Seiten fasrige Aeste auslaufen«, habe ich nichts gesehen. Eine wirkliche Reduction des Nervensystems hat aber in seinem vorderen Theile stattgefunden. Die von SELENKA gebrauchte Bezeichnung des Schlundringes als »weit« mag in absolutem Sinne zutreffend sein: gegenüber den Verhältnissen, wie wir sie bei der Larve getroffen haben, und vollends gegenüber den beim Weibchen bestehenden verdient der Schlundring

eng genannt zu werden (vergl. Fig. 13, Taf. XI u. Fig. 3, Taf. XII). Diese Verengung des Schlundringes dürfte mit der während der Metamorphose eingetretenen Reduction des vordersten Darmabschnittes zusammenhängen. Der Ganglienbelag der Faserstränge ist, wie bei den Larven, im Schlundring bedeutend spärlicher als im Bauchmark. Während das Letztere nur von einer dünnen Peritonealschicht bedeckt frei am Boden der Leibeshöhle liegt, treten die Schlundringäste in das Gewebe tiefer hinein, so dass der Schlundring völlig in dieses eingebettet erscheint.

Durch den Schlundring tritt, von der Spitze des Körpers ausgehend, der Samenschlauch hindurch. Man kann an demselben drei, resp. vier Abschnitte unterscheiden, einen vorderen engen und verhältnissmässig dickwandigen Ausführungsabschnitt, einen mittleren weiteren und dünnwandigen Abschnitt, der den eigentlichen Spermatozoenbehälter darstellt, und den terminalen Trichter. Der Ausführungsabschnitt zerfällt wieder in zwei Theile, von denen der vordere in das dichte Gewebe des Kopfendes eingebettet ist, während der hintere frei in der Leibeshöhle liegt. Beide Theile stellen einen engen Canal dar, dessen Wandung von einer einfachen Epithelschicht gebildet ist. Beim Eintritt in die Leibeshöhle kommt, wie beim Darm, ein von VEJDOVSKÝ übersehener, von SELENKA nicht erwähnter Peritonealüberzug hinzu, in welchem möglicher Weise circuläre Muskelfasern existiren: ich sah nämlich häufig im vorderen Theile des Schlauches an lebenden Thieren ringförmige Einschnürungen, welche auf die Anwesenheit von Muskelfasern hindeuten mögen; indessen gelang es mir niemals, diese selbst mir zur Anschauung zu bringen. Eine Längsmuskulatur dürfte fehlen, da man niemals eine Verkürzung des Organs wahrnimmt, vielmehr dasselbe sich bei Contractionen des ganzen Körpers in seinem vordern Theile in Windungen legt. Gegen den Mittelabschnitt wird das Epithel allmählich niedriger und sinkt endlich zu einem Plattenepithel herab, dessen Zellgrenzen sich nur schwer darstellen lassen. Die bisherigen Darsteller sehen in diesem mittleren Theile des Samenschlauches nichts als eine Erweiterung desselben. VEJDOVSKÝ sagt: »Nach hinten erweitert sich der Spermatozoenbehälter zu einem mächtigen Sack, welcher am hintersten Theile mit einem winzig kleinen Trichter endet«. SELENKA hat diesen Angaben nichts hinzuzufügen. Mir schien es, als verhielte sich die Sache etwas complicirter. An lebenden, unter dem Deckgläschen schwach comprimirten Thieren fiel mir immer auf, dass 1. die Spermatozoen trotz der weiten Oeffnung des Trichters niemals aus dem Sacke in die Leibeshöhle gepresst wurden, sondern bei einem gewissen Drucke stets aus der vordern Mündung austraten; 2. dass die

innere Oeffnung des Trichters nicht auf die Spermatozoenmassen zu, sondern in einen schmalen leeren Raum neben denselben führte, in welchen auch die durch den Trichter eintretenden Spermatozoen zunächst hineingeriethen, um sich in demselben nach vorn zu bewegen; 3. glaubte ich endlich die Spermatozoenmasse gegen diesen freien Raum hin durch eine zarte Membran abgegrenzt zu sehen. Bei der darauf hin vorgenommenen Untersuchung gefärbter und aufgehellter Längsschnitte durch den hinteren Theil des Samenschlauches bin ich zwar zu keinem ganz sichern Resultat gelangt, doch glaube ich wenigstens ein Präparat, welches ich auf Taf. XII, Fig. 13 abgebildet habe, als eine Bestätigung der Beobachtungen am lebenden Thiere deuten zu sollen. Danach würde der mittlere Abschnitt des Organs durch eine von hinten mehr oder minder weit nach vorn vordringende Scheidewand in zwei Höhlen getheilt sein, welche vorn mit einander communiciren, hinten aber völlig gegen einander abgeschlossen sind. Die Spermatozoen dringen dann zunächst in die eine Höhle (*a*) ein, gelangen am vordern Ende dieser in die zweite (*b*) und sammeln sich in dieser an, um später durch den einfachen Ausführungsabschnitt (*e*) entleert zu werden. Der das frei in die Leibeshöhle hängende hintere Ende des Organs bildende Abschnitt besteht aus einem kurzen Halse, der sich zu einem kreisrunden Trichter (*tr*) erweitert (Taf. XII, Fig. 12). Beide Theile besitzen ein ziemlich hohes Epithel, dessen Zellen jedoch, soviel ich sah, nur im eigentlichen Trichter Wimpern tragen, im Halse dagegen unbewimpert sind. Am Rande der Trichterscheibe schlägt sich dies Epithel nach aussen um und hängt hier mit dem Peritonealüberzuge zusammen. Das Bild hat die grösste Aehnlichkeit mit demjenigen eines der Trichter der Analblasen.



Schematische Darstellung des muthmasslichen Baues des Samenbehälters.

Es sei mir gestattet, an dieser Stelle eine im entwicklungsgeschichtlichen Abschnitte nicht berührte Beobachtung über die Entstehung des Samenschlauches einzufügen. Es wird bei der Betrachtung der topographischen Beziehungen dieses Organs zu den umgebenden Theilen vor Allem auffallen, dass der Ausführungsabschnitt durch den Schlundring hindurchtritt, sich also in dieser Beziehung wie der Oesophagus des Weibchens verhält. Da mir nun auf sagittalen Längsschnitten durch männliche Larven lange Zeit keine Spuren von einer Anlage des Samenschlauches begegneten, so kam ich auf die Vermuthung, es möchte sich der im Kopfe der Larve gelegene vorderste Darmabschnitt vom

Darme abschnüren und so den Samenschlauch liefern. Bestärkt wurde ich in dieser Vermuthung durch die Beobachtung, dass sich thatsächlich in der ventralen Mittellinie in einiger Entfernung vor der Oesophagusanlage eine Verlöthung des Darmepithels mit der Epidermis findet (Taf. XI, Fig. 24, v). Ob dieselbe indessen wirklich mit der Entstehung des Samenschlauches in Zusammenhang gebracht werden darf, ist mir zweifelhaft geworden, nachdem ich das in Fig. 11, Taf. XII abgebildete Präparat erhalten habe. Man sieht in diesem sagittalen Längsschnitt durch das vordere Körperende einer männlichen Larve (vom Kopflappen eines reifen Weibchens) den Darm bis nahe an das Vorderende des Körpers treten, ventralwärts von demselben aber mit der Epidermis in Zusammenhang und wie eine Einstülpung dieser erscheinend einen Schlauch sich erheben und seitlich neben dem Darne emporsteigen. Ich zweifle nicht daran, dass dies ein frühes Stadium des Samenschlauches ist, obwohl die Mündung desselben nicht terminal liegt, sondern ein wenig ventralwärts gerückt erscheint; da wir jedoch schon oben auf eine Schrumpfung des vordersten Körperendes hinzuweisen Gelegenheit hatten, so dürfte in dieser Thatsache wol kaum ein Hinderniss für diese Auffassung zu erblicken sein. Eine gleiche Einstülpung an dieser Stelle habe ich noch bei mehreren anderen Exemplaren gesehen, ohne sie indessen bis an ihr Hinterende verfolgen zu können; die Beschaffenheit des Letzteren ist allerdings auch in diesem Falle nicht ganz klar. Ich verkenne die Lückenhaftigkeit dieser Beobachtung natürlich nicht; offenbar aber ist hier der Punkt gegeben, an welchem spätere Untersuchungen über diese für die Morphologie des *Bonellia*-Männchens so wichtige Frage einzusetzen haben werden.

Neben dem Samenschlauche liegt in der Leibeshöhle endlich noch der Darm. Trotz seiner einfachen Bildung weichen die Angaben der bisherigen Beobachter gerade über dies Organ am weitesten von einander wie von meinen Befunden ab. KOWALEVSKY beschreibt den Darm folgendermassen: »Das Verdauungsrohr ist nichts als ein sich nach beiden Seiten verengernder Canal. Er ist innen von sehr platten Wimperzellen ausgekleidet. Dies Epithel ist äusserlich von einer Quer- und dann von einer Längsmuskelschicht umhüllt. Ueber dieser Letzteren breiten sich in der ganzen mittleren Region des Rohres grosse Drüsenzellen aus, welche mit einer gelben Substanz erfüllt sind und an die den Darm des *Bonellia*-Weibchens umgebenden erinnern. Der Darmcanal ist mit einer falbgelblichen Färbung ausgestattet; er ist gewöhnlich von einem weisslichen Fett erfüllt und zeigt unaufhörliche peristaltische und antiperistaltische Contractionen. Besteht

eine Afteröffnung? Ich habe sie nicht klar constatiren können; allein die so beträchtliche Verengerung des Verdauungsrohres gegen die hintere Region hin zwingt mich, die Existenz derselben anzunehmen. Selbst die Mundöffnung, welche die Form einer Längsspalte besitzt, lässt sich nicht einmal immer sehen«. VEJDOVSKÝ kann keinen After entdecken. Den mittleren Theil des Darmrohrs findet er »an der Oberfläche mit einem gelblichen Pigment bedeckt, welches insbesondere in kleinen, dunkeln Drüsen angehäuft ist. Unter dieser Pigmentschicht kommt an Querschnitten eine dünne Muskellage zum Vorschein. Darunter findet man zuletzt eine Schicht grosser cylindrischer Zellen, welche im ganzen innern Raum des Darmes dicht mit Wimpern versehen sind«. Den Mund findet er quer spaltförmig. Die beiden Beobachter stimmen also nur hinsichtlich der Zahl der Schichten der Wand (Drüsenschicht KOWALEVSKY — Pigmentschicht VEJDOVSKÝ; Quer- und Längsmuskelschicht Kow. — dünne Muskellage VEJD.: platte Wimperzellen Kow. — grosse cylindrische Wimperzellen VEJD.) sowie der Bewimperung der innersten derselben überein. Den fettigen Inhalt erwähnt VEJDOVSKÝ nicht. SELENKA dagegen bestätigt in dieser Beziehung die Angaben KOWALEVSKYS, während er seinen beiden Vorgängern hinsichtlich der Existenz eines Mundes widerspricht: dieser fehlt nach SELENKA. Ueber die histologische Zusammensetzung der Darmwand spricht er sich nicht aus.

Ich kann meinerseits die Angaben SELENKAS über das Fehlen des Mundes bestätigen. Ich habe weder an Schnitten noch an lebenden Thieren je eine Mundöffnung erkennen können; vielmehr finde ich das Vorderende des Darmes stets blind geschlossen. Die Form desselben wechselt wie diejenige aller übrigen Darmabschnitte nach der augenblicklichen Verbreitung des öligen Inhaltes; bald ist er eng und klein, bald stark aufgebläht, und man erkennt dann die äusserst regelmässig angeordneten Zellen seiner Wandung an gefärbten Schnitten sehr deutlich (Taf. XII, Fig. 6). In dem öligen Inhalt erkennen wir den Rest der Oeltropfen der vier grossen Endodermzellen des Embryos, welche ihrerseits durch Verschmelzung der zahlreichen kleineren Oeltropfen des Eies entstanden waren. Die Oelmasse im Darm des Männchens bildet bald nur eine zusammenhängende Masse, bald mehrere getrennte; in letzterem Falle haben sich noch die Wände der primären Endodermzellen erhalten, welche dann auf Schnitten als das Darm-lumen durchsetzende Scheidewände erscheinen (Taf. XI, Fig. 12). Die Zellenreste, welche zuerst SELENKA im Darminhalte treiben sah, dürften sich auf eben diese Zellen zurückführen.

Von der Zusammensetzung des Darmes mache ich mir dagegen ein von KOWALEVSKYS und VEJDOVSKÝS Schilderungen völlig abweichendes Bild. Ich erkenne überall nur zwei Schichten, ein inneres Darmepithel und eine äussere platte Peritoneallage. Die Zellen des ersteren finde ich überall cylindrisch resp. polygonal; ihre Höhe wechselt mit dem Contractionszustande des Darmes. In ihnen erkenne ich ferner die Träger des in Form gelblicher Tröpfchen erscheinenden Pigmentes, das die Färbung des ganzen Darmes bedingt (Taf. XII, Fig. 2). Am befremdlichsten aber ist mir die übereinstimmende Angabe beider Autoren, dass die innere Zellenlage Wimpern trage. Ich habe nie eine derartige Beobachtung gemacht und vermag mir die gegentheilige Darstellung durchaus nicht zu erklären. Der angeblich auf das Darmepithel zunächst nach aussen folgenden Muskelschicht giebt VEJDOVSKÝ in seinen Abbildungen (Figg. 19 u. 20) eine ziemlich erhebliche Mächtigkeit. Nichtsdestoweniger habe ich auch hiervon in keinem meiner Präparate, weder an realen noch an optischen Schnitten noch an frischen oder gefärbten Flächenansichten, das Geringste erkennen können. Ich finde nur eine Hülle um den Darm, und das ist der Peritonealüberzug, welcher hier dieselbe Beschaffenheit hat wie auf den übrigen Organen der Leibeshöhle. Die Zusammensetzung des Darmes ist also genau die gleiche wie beim jungen Weibchen (vergl. Fig. 4 u. 5, Taf. XII). Möglich bleibt es natürlich, dass im Peritonealüberzug contractile Elemente, selbst fasrige, liegen; denn die von den früheren Beobachtern beschriebenen peristaltischen Bewegungen des Darmes finden thatsächlich und zwar in sehr lebhafter Weise statt; allein trotz aller darauf verwandten Sorgfalt ist es mir nie gelungen, solche Elemente optisch wahrnehmbar darzustellen.

Hinten läuft der Darm immer in einen blind geschlossenen spitzen Zipfel aus, welcher sich an die Wand der Leibeshöhle ansetzt (Taf. XII, Fig. 9). Dieser Zipfel ist das einzige Gebilde, das ich auf einen der von VEJDOVSKÝ beschriebenen und von ihm zum Nervensystem gerechneten drei Faserzüge (a. a. O. S. 493, Taf. XXX, Fig. 10 n) zu beziehen vermag.

Endlich haben wir noch eines Paares von Organen Erwähnung zu thun, deren Entdeckung SELENKAS Verdienst ist. Es sind die Segmentalorgane. SELENKA schildert sie selbst in seiner vorläufigen Mittheilung folgendermassen: »Vorn im hinteren Körperdrittel liegen die bisher ganz übersehenen Segmentalorgane, das rechte immer etwas kleiner und weiter nach hinten gelegen als das linke. Diese Organe münden seitlich und bauchwärts nach aussen; zur Hälfte ist ihr Aus-

führungsgang in das parenchymatöse Bindegewebe eingebettet, während die innere Hälfte frei in der Leibeshöhle flottirt. Ihr Lumen wimpert, aber nicht stetig, sondern intermittirend«.

Ich bin leider nicht in der Lage, diese Beschreibung erheblich ergänzen zu können, da ich die in Rede stehenden Gebilde früher übersehen hatte und an dem mir später zu Gebote stehenden dürftigen Materiale nur noch ungenügend untersuchen konnte. In Fig. 16, Taf. XII gebe ich eine Abbildung nach einem lebenden Thiere. Wimperung sah ich nicht. An conservirten Objecten sind die Organe sehr schwer zu erkennen. In einigen Präparaten finde ich Durchschnitte eines Canals, welchen ich als eines dieser Segmentalorgane deute; die Wandung erscheint aus einem schönen Cylinderepithel von mässiger Höhe zusammengesetzt. Ueber die Ausmündung fehlen mir Beobachtungen gänzlich.

Anhangsweise habe ich einer Beobachtung Erwähnung zu thun, welche ich wenige Tage vor meiner Abreise aus Neapel zum ersten und einzigen Male gemacht habe. Als ich die letzte meiner lebenden Bonellien der Section unterwarf, fand ich im Uterus derselben ein Männchen, welches genau der von Marion entdeckten, nach seinen Zeichnungen in VEJDOVSKÝ'S Aufsatz abgebildeten Form entsprach. Es war durch den Besitz von zwei mächtigen Chitinhaken im vordersten Körperabschnitte ausgezeichnet. Leider ist es mir nicht gelungen, dies interessante Thier genau zu untersuchen: es gerieth im Wasser nach kurzer Zeit in Zerfall. Ich hatte nur Zeit zu constatiren, dass die Organisation, abgesehen von den Haken, in allen wesentlichen Punkten mit der gewöhnlichen Form des Männchens übereinstimmte. Von den Haken habe ich eine genaue Abbildung mit dem Zeichenprisma entworfen (Taf. XII, Fig. 19). Ueber den für ihre Bewegung dienenden Muskelapparat in dessen wie über die specielleren topographischen Beziehungen habe ich nichts ermitteln können.

Die *Bonellia*, aus deren Uterus ich dies Männchen entnommen hatte, stammte aus Neapel, und zwar war sie wie die Mehrzahl der dort erhaltenen in den Höhlen der Melobesien gefunden, welche am Grunde einiger Secchen (Secca di Benta Palummo, Secca della Gajola etc.) vorkommen. *Bonellien* gleicher Herkunft hatten die oben kurz beschriebenen kleinen augenlosen, dagegen mit einem Bauchsaugnapfe versehenen Larven geliefert. Dies legt natürlich den Gedanken nahe, dass sowohl die Männchen mit Haken wie diese zweite Larvenform zu einem *Bonellia*-Weibchen gehören, welches specifisch von der Triester und grossen Neapeler *Bonellia viridis* verschieden ist. Ich muss es mir

versagen, schon an dieser Stelle näher auf diese Frage einzugehen, da ich kein ausreichendes Material für ihre Beantwortung habe, will jedoch erwähnen, dass auch die Eier desjenigen Weibchens, in welchem ich das Männchen mit Haken gefunden hatte, sich durch eine röthliche Färbung von den gewöhnlichen Eiern unterschieden. Möglicherweise bietet die Form der Bauchstacheln des Weibchens einen brauchbaren Anhalt zur Unterscheidung der beiden Arten.

Die Morphologie des Männchens.

Zur Beurtheilung der Organisation des Männchens im Vergleiche mit derjenigen der übrigen *Echiuriden* im Allgemeinen und des *Bonellia*-Weibchens im Speciellen fehlen zwar noch wichtige Anhaltspunkte. Trotzdem will ich versuchen, die Morphologie des Männchens, soweit sie uns bis jetzt bekannt ist, zu deuten. Dabei werden sich am Klarsten diejenigen Lücken ergeben, auf deren Ausfüllung künftige Beobachter hauptsächlich ihr Augenmerk zu richten haben werden.

Ueber die Gliederung des Körpers können wir sehr rasch hinweggehen, nachdem die Entwicklung des Weibchens uns gezeigt hat, dass der sogen. »Rüssel« nichts ist als eine erst nach beendigem Larvenleben erworbene Ausbildung des dem »Kopflappen« der Anneliden zu vergleichenden Theiles. Diesem Kopflappen des Weibchens entspricht also derjenige Theil des Körpers des Männchens, welcher den Schlundring enthält, der übrige dem Rumpfe. In der ventralen Mittellinie des Letzteren verläuft als morphologisch wichtigstes Organ in beiden Geschlechtern der Bauchstrang. Derselbe liegt völlig nach innen von den Muskelschichten der Körperwand. Seine Structur ist beim Männchen wesentlich die gleiche, wie sie bereits bei jungen, geschlechtlich indifferenten Larven besteht, während sie beim Weibchen rasch zu einer höheren Ausbildung fortschreitet. Doch besteht auch darin volle Uebereinstimmung zwischen beiden Geschlechtern, dass die zelligen Elemente nicht segmentweise auseinander gerückt sind, sondern an beiden Seiten des Bauchmarkes einen zusammenhängenden Strang bilden, während sich weitere Zellen in den mittleren Partien des Markes finden, welche wol dem mittleren Zellenzuge der Anneliden entsprechen, wie dieser aber vielleicht ausser Nervenzellen auch Bindegewebelemente enthalten.

Hinsichtlich der Zusammensetzung der Leibeswand scheint auf den ersten Blick eine erhebliche Verschiedenheit obzuwalten; da dieselbe beim Weibchen nur aus der Epidermis, der Muskelschicht und dem Peritonealüberzuge der Letzteren aufgebaut ist, während beim Männ-

chen die häufig recht mächtigen seitlichen Gewebsstränge hinzukommen. Allein an der Hand der Entwicklungsgeschichte lernen wir auch diesen Unterschied verstehen, indem wir in diesen Strängen Reste eines embryonalen Gewebes erkennen, welches beim Weibchen grossentheils zur Bildung der Blutkörperchen verwandt wurde, während beim Männchen nur ein Theil desselben in Spermatozoen umgewandelt wird, das Uebrige theils in unveränderter embryonaler Form, theils als den Blutkörperchen des Weibchens ähnliche Zellen erhalten bleibt.

Ebenso ist der Darm des Männchens auf einem schon im Larvenleben erreichten Stadium stehen geblieben, welches durch Mund- und Afterlosigkeit gekennzeichnet ist; es hat sogar eine Rückbildung der Oesophagusanlage stattgefunden.

Dagegen vermissen wir ein Organsystem, welches beim Weibchen stark entwickelt ist, beim Männchen völlig: das Gefässsystem. Allein wenn es auch kein Gefässsystem bei den Männchen giebt, so erscheint uns doch der Mangel desselben durch die verschiedene Verwendung der Mesodermzellen, welche ja im männlichen Geschlechte das Sperma liefern, verständlich. Mit dem Fehlen der Gefässe hängt zugleich eine andere Abweichung zusammen, welche indessen doch auch wol von keiner tiefern Bedeutung ist: während die jüngsten Anlagen der Eier an die Peritonealhülle eines Gefässes, und zwar des Bauchgefässes, gebunden erscheinen, entstehen die Samenzellen aus indifferenten Mesodermzellen der Larve. Der Unterschied beschränkt sich jedoch, wie man bei genauerer Ueberlegung sofort sieht, auf eine Localisirung des Vorganges im weiblichen Geschlecht, welche offenbar damit zusammenhängt, dass hier durch Nahrungsaufnahme — vielleicht während einiger Jahre — das Material zu bedeutendem Körperwachsthum vor der Geschlechtsreife geliefert wird, während beim Männchen die in der Larve gegebenen Zellen wenigstens in der Hauptsache diesen Bedürfnissen genügen müssen. In beiden Fällen sind es Zellen, welche ihren Ursprung im Mesoderm der Larve haben.

Nun aber beginnen die Schwierigkeiten für die morphologische Vergleichung der beiden Geschlechter. Es bleiben noch die Analblasen, die primitiven Segmentalorgane und der Uterus des Weibchens einerseits, der Samenschlauch und die Segmentalorgane des Männchens andererseits zu betrachten. Die bisherigen Untersucher haben keinen Anstand genommen, den Behälter der reifen Geschlechtsstoffe in beiden Geschlechtern als homolog anzunehmen. Die Vergleichung des »Uterus« des *Bonellia*-Weibchens mit den bei den übrigen *Echiuriden* stets paar-

weise auftretenden Schläuchen an der Bauchseite des Vorderkörpers lehrt nun aber meiner Meinung nach unzweifelhaft, dass diese Organe homolog sind. Zur Uebereinstimmung in der Lage kommt noch die vollständige Gleichheit des Baues¹⁾. Ueberdies weist sowohl die nicht ganz constante Lage des »Uterus« auf der rechten Seite des Bauchmarkes — gelegentlich findet er sich auf der linken — sowie namentlich der von LACAZE-DUTHIERS beobachtete Fall, wo zwei symmetrisch gelagerte Uteri vorhanden waren²⁾, darauf hin, dass wir es auch beim Uterus der *Bonellia* mit einem ursprünglich paarigen Organe zu thun haben. Nun haben aber diese »Bauchdrüsen« von *Echiurus* und *Thalassema* ohne Zweifel in erster Linie den Anspruch auf die Bezeichnung als »Segmentalorgane«³⁾. Welches der Organe des *Bonellia*-Männchens soll jetzt Segmentalorgan heißen? Ich ging, wie meine Vorgänger, von dem Gedanken aus, der Samenschlauch werde dem Eierschlauch homolog sein, und suchte demzufolge gar nicht nach weiteren Segmentalorganen, sondern betrachtete als solches den Samenschlauch. Anders SELENKA. Seine kurze Vergleichung der Organisation der beiden Geschlechter von *Bonellia* ist nur verständlich, wenn man von der Annahme ausgeht, die Segmentalorgane des Weibchens seien die Analblasen (Respirationsorgane, LACAZE-DUTHIERS). Den Uterus vergleicht er ausdrücklich dem Samenbehälter. Da musste er also folgerichtig noch nach Segmentalorganen suchen und fand in der That solche Gebilde »vorn im hintern Körperdrittel«. Auch wir haben uns oben von der Existenz dieser Organe überzeugt und sie dort ebenfalls Segmentalorgane genannt. Entsprechen dieselben nun aber den SELENKA'schen Segmentalorganen des Weibchens, unseren Analblasen, oder dem Uterus, oder endlich den primitiven Segmentalorganen des jungen Weibchens? Ich neige mich am meisten der zweiten Auffassung zu. Die Deutung als Analblasen setzte meiner Meinung nach den Nachweis einer Beziehung zum Enddarme voraus, die jedoch nach der Lagerung der Organe nicht eben wahrscheinlich ist. Die primitiven Segmentalorgane des Weibchens liegen andererseits sehr weit vorn, während die bleibenden hinter den Bauchhaken, also in mittlerer Lage, auftreten. Wenn wirklich die grossen Haken der zweiten Form des Männchens, wie MARION und VEJDOVSKÝ

1) Die, wie es scheint, von GREEFF bei *Echiurus* nicht gesehenen inneren trichterförmigen Mündungen kommen auch bei dieser Gattung sowie bei *Thalassema* in der gleichen Form und Lage wie bei *Bonellia* vor.

2) LACAZE-DUTHIERS, a. a. O. pag. 74.

3) GREEFF sowohl wie KOWALEVSKY beschreiben diese Organe bei *Echiurus* und *Thalassema* allerdings als Geschlechtsorgane; siehe indessen oben S. 372.

annehmen, den Bauchhaken des Weibchens entsprechen ¹⁾, dann werden möglicher Weise die topographischen Beziehungen jener Haken schon einen entscheidenden Aufschluss über diese Fragen geben. Einstweilen müssen wir sie in suspenso lassen.

Als Ergebniss dieser Vergleichung können wir den Nachweis betrachten, dass das Männchen der *Bonellia* eine Gephyree mit allen bekannten Organisationsverhältnissen einer solchen ist und sich vom Weibchen wesentlich in solchen Beziehungen unterscheidet, welche als ein Zurückbleiben auf der Stufe einer Larve mit einseitiger Entwicklung der Geschlechtsstoffe zu kennzeichnen sind. Die Entstehung des zur Geschlechtsthätigkeit in Beziehung stehenden Samenschlauches erscheint als der einzige Fortschritt über das Larvenstadium hinaus, während die Rückbildung der Wimperschnüre sowie der Augenflecke der Larve im Zusammenhang mit der parasitischen Lebensweise genügend erklärt ist.

Göttingen, im Januar 1879.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VIII.

- Fig. 1. Querschnitt durch das Ovarium und das Bauchmark einer σ *Bonellia*. *n*, Bauchmark; *ms*, Aufhängeband des Bauchgefässes *v*, aus dessen Peritonealüberzuge das Ovarium hervorgegangen ist. ⁵⁰/₁.
- Fig. 2. Stück des basalen Abschnittes des Ovariums mit »Ureiern«, *u*, und jungen, gestielten Keimhäufchen, an denen man ausser den Keimen *p* die Kerne platter Follikelzellen *f* erkennt. Letztere umschliessen auch die »Ureier«. ³⁰⁰/₁.
- Fig. 3. Ein etwas älteres Keimhäufchen im optischen Durchschnitt: von den Keimen liegt eine Zelle, *c*, central, umgeben von einer Schicht peripherischer Zellen, *p*; diese sind vom Follikel *f* umschlossen. ³⁰⁰/₁.
- Fig. 4. Noch älteres Stadium, im optischen Durchschnitt. Die Centralzelle *c* ist bedeutend gewachsen; die Zahl der peripherischen Zellen *p* hat sich vermehrt. *f*, Follikel. ³⁰⁰/₁.
- Fig. 5. Älteres Stadium, von der Fläche gesehen. Die dem Stiele zunächst gelegenen peripherischen Zellen *p'* haben sich vergrössert. Man erkennt auf dem ganzen Körper deutlich die Kerne des Follikels. ³⁰⁰/₁.
- Fig. 6. Eine der vergrösserten peripherischen Zellen hat das Uebergewicht erlangt und erscheint mit ihrem grossen hellen Kerne und deutlichen Kernkörperchen als Eizelle (*e*), während neben ihr einige kleinere Zellen, *p'*, liegen. ³⁰⁰/₁.

¹⁾ Es wäre natürlich auch möglich, dass sie wie der Saugnapf der Larve ein neu erworbenes Haftorgan wären.

- Fig. 7. Aehnliches Stadium wie Fig. 6 im optischen Durchschnitt. *e*, Eizelle, *p'*, vergrösserte peripherische Zelle. Innerhalb der peripherischen Zellen liegt noch die Centralzelle *c*. Peripherische Zellen trennen die Eizelle von der Centralzelle. $300/1$.
- Fig. 8. Aehnliches Stadium wie Fig. 6 und 7 im optischen Schnitt. Die Eizelle *e* berührt hier die Centralzelle *c*. *f*, Follikel. $300/1$.
- Fig. 9. Aelteres Stadium im optischen Schnitt. Die Eizelle ist stark gewachsen und enthält in ihrem Innern einzelne Oeltröpfchen. Die peripherischen Zellen mit der von ihnen umgebenen Centralzelle *c* erscheinen jetzt als ein Knopf auf der Eizelle. Der Follikel *f* umschliesst sowohl diesen Knopf wie die Eizelle. $300/1$.
- Fig. 10. Der Zellenknopf eines aus dem Ovarium in die Leibeshöhle gefallenem Eies. Der Kern der Centralzelle *c* ist undeutlich geworden. Der Follikel *f* hat sich bei *f'* von den peripherischen Zellen abgehoben. $350/1$.
- Fig. 11. Ein aus dem Ovarium abgestossenes Ei. *kn*, Zellenknopf; *f*, Follikel, der sich, an den Kernen kenntlich, von der Eizelle über den Zellenknopf erstreckt; *m*, structurlose Eihülle (Dotterhaut), grossentheils etwas vom Dotter abgehoben. Letzterer enthält unter der Peripherie zahlreiche Oeltropfen von verschiedener Grösse. $110/1$.
- Fig. 12. Die Eihülle im optischen Durchschnitt bei starker Vergrösserung. *f*, Follikel; *m*, structurlose Eihülle; *d*, peripherische Schicht des Dotters. $430/1$.
- Fig. 13. Sector aus einem optischen Schnitt durch das reife, aus dem Follikel herausgeschlüpfte Ei. *k*, Keimbläschen mit dem durch ein zartes Netzwerk an seiner Wand suspendirten Keimfleck. Die dem Keimbläschen zunächst gelegene Schicht des Dotters erscheint feinkörnig und im Leben gelblich gefärbt; nach aussen finden sich blasse Bläschen mit zarten Contouren und feinen Oeltropfen, *o*; *m*, structurlose Eihülle. $300/1$.
- Fig. 14. Abgelegte Eischüre; in *b* liegen die Eier in mehrfacher, in *a* in einfacher Reihe in der Gallertsehnur. $4/1$.

Tafel IX.

- Fig. 1. Das unbefruchtete abgelegte Ei. $70/1$.
- Fig. 2. Stadium der Viertheilung von der Seite gesehen. Man unterscheidet den oberen animalen und den unteren vegetativen Abschnitt. $70/1$.
- Fig. 3. Dasselbe vom animalen Pole aus gesehen. Die Oeltropfen des vegetativen Abschnittes schimmern durch den animalen hindurch. $70/1$.
- Fig. 4. Stadium mit 8 Mikromeren und 4 Makromeren, vom animalen Eipole aus gesehen. $70/1$.
- Fig. 5. Ein ähnliches Stadium von der Seite gesehen. $70/1$.
- Fig. 6. Stadium mit 4 Makromeren und 20 Mikromeren, von welchem letzteren 16 durch Theilung von 8 Mikromeren, 4 durch Abgliederung von den 4 Makromeren entstanden sind. $70/1$.
- Fig. 7. Derselbe Embryo, nachdem sich die Mikromeren geordnet haben. $70/1$.
- Fig. 8. Derselbe Embryo vom vegetativen Pole aus gesehen, zur Darstellung der 4 Makromeren, in denen die Oeltropfen zu wenigen grösseren Tropfen verschmolzen sind. $70/1$.
- Fig. 9. Etwas älteres Stadium. $70/1$.

- Fig. 10 und 11 zeigen den Fortschritt der Umhüllung der 4 Makromeren, deren jedes einen Oeltropfen enthält, durch die Mikromeren. $70/1$.
 Fig. 12. Die Umhüllung ist beendet. Man sieht den Blastoporus. $70/1$.

Tafel X.

- Fig. 1. Embryo mit einem, noch unterbrochenen Wimperbande und beginnender Pigmentabscheidung im Ektoderm. $70/1$.
 Fig. 2. Eben ausgeschwärmte Larve mit Augenflecken und 2 Wimperbändern. $70/1$.
 Fig. 3. Fertige Larve in Rückenansicht. $70/1$.
 Fig. 4. Dieselbe in Seitenansicht. $70/1$.
 Fig. 5. Noch geschlechtlich indifferente Larve, welche sich durch den Verlust der hinteren Wimpersehrnür als zur Metamorphose sich anschickend kennzeichnet. $70/1$.
 Fig. 6 und 7 zeigen das Auswachsen des Kopfklappen. $70/1$.
 Fig. 8. Rückenansicht eines jungen *Bonellia*-Weibchens mit geräumiger Leibeshöhle, in welcher Blutkörperballen umherschweben. Man erkennt das Bauchmark mit seinen unregelmässigen Ganglienschwellungen, über seiner Mittellinie das Bauchgefäss, welches vorn einen Ast an den Darm abgibt; neben der Ursprungsstelle dieses Astes befindet sich der linke Bauchhaken in seiner Hakentasche. Der Darm, welcher durch zarte Muskelfäden an der Leibeshöhle aufgehängt ist, enthält in seinem mittleren Abschnitt die zu einer Masse verschmolzenen Oeltropfen. Neben dem After sieht man die noch geschlossenen Analblasen. $70/1$.
 Fig. 9. Aeltestes gezüchtetes *Bonellia*-Weibchen in Seitenansicht. Der Kopfklappen ist löffelförmig. Der Vorderdarm macht eine Schlinge. Neben ihm sieht man eines der provisorischen Excretionsorgane und einen Bauchhaken. Die Analblasen besitzen eine innere Oeffnung. Die Oelmasse im Mitteldarm ist bedeutend reducirt. $40/1$.
 Fig. 10. Eine Larve der zweiten Form mit Saugnapf und ohne Augen, vom Bauche gesehen. $70/1$.
 Fig. 11. Dieselbe in Seitenansicht. $70/1$.
 Fig. 12. Männliche Larve vom Kopfklappen eines Weibchens. Im Körperparenchym liegen zahlreiche Ballen von Samenbildungszellen. Der mund- und afterlose Darm ist mit Oel erfüllt. Vor seinem Vorderende erkennt man einen rundlichen Körper, die Anlage des Samenschlauches. $70/1$.
 Fig. 13. *Bonellia*-Männchen. In der Leibeshöhle unterscheidet man Samenballen in verschiedenen Entwicklungsstadien, den mit Oel gefüllten Darm und den am vorderen Körperende ausmündenden, hinten durch einen wimpernden Trichter mit der Leibeshöhle in Verbindung stehenden Samenschlauch. Etwa auf der Grenze zwischen mittlerem und hinterem Körperdrittel befinden sich, durch gelbliche Pigmentirung ihres angewachsenen Abschnittes gekennzeichnet, die »Segmentalorgane«. $70/1$.

Tafel XI.

- Fig. 1. Schnitt durch ein in der Furchung begriffenes Ei, etwa Fig. 9, Taf. IX entsprechend. Die obere Hälfte der Peripherie ist von Mikromeren eingenommen; die untersten Mikromeren stossen an den animalen Pol der Makromeren; links sieht man die Kernspindel. $130/1$.

- Fig. 2. Schnitt durch ein etwas späteres Stadium. Die Mikromeren umhüllen fast vollständig die Makromeren, deren animaler Pol jetzt bis an den vegetativen Eipol vorgerückt ist. ¹³⁰/₁.
- Fig. 3. Theil eines ähnlichen Schnittes. Die Mikromeren beginnen nach innen zu wachsen. ¹³⁰/₁.
- Fig. 4. Die Makromeren haben sich getheilt und stellen jetzt das Endoderm dar. Durch den Blastoporus sind Mikromeren in das Innere des Embryo hineingewachsen und stellen die Anlage des Mesoderms (*m*) dar. ¹³⁰/₁.
- Fig. 5. Sagittal-? Schnitt durch einen jungen Embryo. *m*, Mesoderm; *n'*, Ektodermverdickung (Anlage des Oberschlundganglienbandes?). ¹³⁰/₁.
- Fig. 6. Sagittalschnitt durch einen etwas älteren Embryo. *m*, alveolär gewordenes Mesoderm des Kopfabschnittes; *n*, Bauchmark; *n'*, querdurchschnittenes Oberschlundganglienband. ¹³⁰/₁.
- Fig. 7. Kern eines Makromers mit zwei Einschnürungen (Theilungsstadium?). ¹⁶⁵/₁.
- Fig. 8. Querschnitt durch die hintere Körperregion einer jungen Larve. *e*, Endoderm; *m*, Mesoderm. ⁷⁰/₁.
- Fig. 9. Querschnitt durch eine weibliche Larve. Auf die wimpernde Epidermis folgt eine Ringmuskelschicht, darauf die in Form feiner Pünktchen erscheinende Längsmuskelschicht: zwischen dieser und dem Darm liegen die bereits gelockerten Mesodermzellen (Blutzellen) *b*. *n*, Bauchmark. ¹³⁰/₁.
- Fig. 10. Querschnitt durch den Rumpf eines jüngsten *Bonellia*-Weibchens. *p*, Peritonealüberzug des Darmes. *b*, der Leibeswand noch anhaftende Blutzellen; *n*, Bauchmark. ¹³⁰/₁.
- Fig. 11. Sagittalschnitt durch ein jüngstes *Bonellia*-Weibchen. *n*, Bauchmark; *n'* querdurchschnittenes Oberschlundganglienband; *m*, zwischen Darmcanal und Leibeswand ausgespannte Muskelfäden; *o*, Oesophagus. ⁵⁰/₁.
- Fig. 12. Sagittalschnitt durch eine noch nicht geschlechtlich differenzierte Larve. *n*, *n'* wie in Fig. 1. *o*, Oesophagusanlage. ⁷⁰/₁.
- Fig. 13. Horizontalschnitt durch eine Larve, nahe der Bauchfläche geführt. *d*, Kopfdarm; *o*, Oesophagusanlage; *n*, *n'* wie in Fig. 11. Neben dem Schlundring sieht man Spuren des Augenpigments. ¹³⁰/₁.
- Fig. 14. Querschnitt durch den Kopfabschnitt einer Larve, die Augenflecke treffend. *n'*, Durchschnitt der Schlundringäste. ¹⁹⁰/₁.
- Fig. 15. Schnitt durch einen Augenfleck. *n'*, Schlundringast. ²⁸⁰/₁.
- Fig. 16. Querschnitt durch eine Larve, in der Gegend der Oesophagusanlage (*o*). *n*, Schlundringast; *s*, Anlage des provisorischen Segmentalorgans oder des Stachels (?). ¹⁹⁰/₁.
- Fig. 17. Provisorisches Segmentalorgan eines jüngsten *Bonellia*-Weibchens. *s*, Segmentalorgan; *st*, Stachel in seinem Follikel, von oben gesehen. ¹⁹⁰/₁.
- Fig. 18. Optischer Längsschnitt durch den Bauchstachel eines jüngsten Weibchens.
- Fig. 19. Abschnitt des Bauchgefäßes; einzelne der Zellen des Peritonealüberzuges haben sich zu Ureieren entwickelt. Jüngste Ovarialanlage. ²⁸⁰/₁.
- Fig. 20. Etwas älteres Ovarium (*ov*) mit dem darunter gelegenen Bauchmarke. ²⁸⁰/₁.
- Fig. 21. Querschnitt durch eine junge Analblase. Man erkennt eine von platten Peritonealzellen überkleidete grosszellige Drüsenzellenschicht. ²⁸⁰/₁.
- Fig. 22. Zellenballen aus der Leibesflüssigkeit eines jüngsten Weibchens. ²⁸⁰/₁.
- Fig. 23. Hinterende des Bauchmarkes eines jüngsten Weibchens. *n*, Bauchmark; *v*, Bauchgefäß; *a*, Enddarm; *bl*, Analblasen. ²⁸⁰/₁.

Fig. 24. Vorderer Theil eines Sagittalschnittes durch eine Larve. *v*, Verlöthung des Kopfdarmes mit der Epidermis; *o*, Oesophagusanlage; *u'*, Oberschlundganglienband.

Tafel XII.

- Fig. 1. Querschnitt durch eine männliche Larve (vom Kopflappen des Weibchens). *n*, Bauchmark; *sp*, Ballen von Samenbildungszellen. ¹³⁰/₁.
- Fig. 2. Querschnitt durch ein Männchen. *i*, Darm; *s*, Samenschlauch; *sp*, junge Keimzellen im Peritoneum; *n*, Bauchmark. In den Maschen des netzförmigen Seitengewebe liegen runde Blutzellen. ¹³⁰/₁.
- Fig. 3. Vorderkörper eines Männchens in halbschematischer Darstellung. *n*, Bauchmark; *u'*, Schlundring, durch welchen der an der Spitze des Körpers ausmündende Samenschlauch *s* hindurchtritt. Von dem vorn blind endigenden Darm ist nur ein kleiner Abschnitt gezeichnet. ¹⁹⁰/₁.
- Fig. 4. Stück der Darmwand eines Männchens. ¹⁹⁰/₁.
- Fig. 5. Desgl. von einem jüngsten Weibchen. ¹⁹⁰/₁.
- Fig. 6. Vorderes Darmende eines Männchens; die dorsale Hälfte des Darmes ist abgetragen. ¹⁹⁰/₁.
- Fig. 7. Epidermis des Männchens von der Fläche gesehen. ²⁸⁰/₁.
- Fig. 8. Längsschnitt durch die Leibeswand eines Männchens. Der Wimperbesatz der Epidermis hat sich mit der Cuticula eine Strecke weit abgehoben. Man sieht die 3 Muskelschichten, eine längs-, eine quer- und eine schrägverlaufende. *d*, dissepimentartiger Gewebzug. ¹⁹⁰/₁.
- Fig. 9. Hinterende des Darmes (*d*) eines Männchens. *c*, Leibeshöhle. ¹⁹⁰/₁.
- Fig. 10. Stück eines Sagittalschnittes durch das Bauchmark einer männlichen Larve. ¹⁹⁰/₁.
- Fig. 11. Sagittalschnitt durch den Vorderabschnitt einer männlichen Larve mit der Anlage des Samenschlauches, *s*. *n*, Bauchmark; *u'*, Oberschlundganglienband. ¹⁹⁰/₁.
- Fig. 12. Längsschnitt durch den Trichter des Samenschlauches eines Männchens. ¹⁹⁰/₁.
- Fig. 13. Längsschnitt durch den hinteren Theil des sackförmigen Abschnittes des Samenschlauches. Der die Samenmasse *sp* enthaltende Theil ist durch eine Membran von dem engen, samenfreien Theile *s'* geschieden. ¹⁹⁰/₁.
- Fig. 14. *a—d*. Verschiedene Entwicklungsstadien der Samenbildungszellen. ²⁸⁰/₁.
- Fig. 15. Reife Samenfäden.
- Fig. 16. Ein Segmentalorgan des Männchens, nach einem frischen Präparat.
- Fig. 17. Theil des Darmes (*i*) eines Männchens in der von dissepimentartigen, vorspringenden Leisten (*d*) des Seitengewebe durchzogenen Leibeshöhle. ¹⁹⁰/₁.
- Fig. 18. Querschnitt durch eine Larve mit Saugnapf, *sa*. ¹⁹⁰/₁.
- Fig. 19. Die zwei Chitinhaken der zweiten Form des Männchens. ¹⁹⁰/₁.